

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :  
Hideki NAKAHARA et al. :  
Serial No. NEW : **Attn: APPLICATION BRANCH**  
Filed October 23, 2003 : Attorney Docket No. 2003\_1514A

PHASE ERROR CORRECTION CIRCUIT AND  
RECEIVER INCORPORATING THE SAME

---

**CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

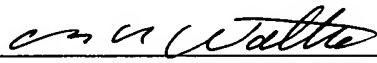
Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2002-311393, filed October 25, 2002, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Hideki NAKAHARA et al.

By   
Charles R. Watts  
Registration No. 33,142  
Attorney for Applicants

CRW/asd  
Washington, D.C. 20006-1021  
Telephone (202) 721-8200  
Facsimile (202) 721-8250  
October 23, 2003

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                    2 0 0 2 年 1 0 月 2 5 日  
Date of Application:

出 願 番 号                    特 願 2 0 0 2 - 3 1 1 3 9 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                    [ J P 2 0 0 2 - 3 1 1 3 9 3 ]

出      願      人                    松下電器産業株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月    4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫

出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 2 4 8 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 2032740100

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 27/22

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 中原 秀樹

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 田中 宏一郎

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 森 健一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 浦部 嘉夫

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 ▲たか▼井 均

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100098291

【弁理士】

【氏名又は名称】 小笠原 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 035367

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9405386

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 位相誤差補正回路およびこれを用いた受信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プリアンブルと特定パターンとデータとを含んだフレーム構造を持つ入力信号の位相誤差を補正する位相誤差補正回路であって、

与えられた補正值を用いて、前記入力信号に対して位相回転処理を行う位相回転部と、

前記位相回転部の出力信号に含まれている前記特定パターンを検出し、特定パターン検出信号を出力する特定パターン検出部と、

前記入力信号の位相補正值を求める補正值算出部と、

前記特定パターン検出信号に基づき、前記補正值算出部で求めた位相補正值を取り込んで保持し、保持した補正值を前記位相回転部に与える補正值決定部とを備えた、位相誤差補正回路。

【請求項 2】 前記入力信号の符号が 1 シンボルごとに反転しているか否かを検出し、交番検出信号を出力する交番検出部をさらに備えた、請求項 1 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 3】 前記交番検出部は、前記入力信号の符号が 1 シンボルごとに所定の回数だけ連続して反転していることを検出したときに、前記交番検出信号を出力することを特徴とする、請求項 2 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 4】 前記特定パターン検出部は、前記交番検出信号が出力された後、所定の時間に限り、前記位相回転部の出力信号に含まれている前記特定パターンを検出することを特徴とする、請求項 3 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 5】 前記補正值算出部は、前記交番検出信号が出力される部分について、前記入力信号の位相補正值を求めることを特徴とする、請求項 3 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 6】 前記補正值算出部は、

前記入力信号の位相を 1 シンボルおきに反転させる位相反転部と、

前記位相反転部から出力された信号の、所定数のシンボルについての平均値を求める平均値算出部と、

前記平均値算出部の出力信号の正負に応じて、当該出力信号の符号を反転させる平均値反転部とを含んだ、請求項 1 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 7】 前記平均値算出部は、前記位相反転部から出力された信号を 1 つのシンボル加算器を用いて累積加算することにより、複数のシンボル時間につき 1 つの割合で、前記信号の平均値を求めることを特徴とする、請求項 6 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 8】 前記平均値算出部は、前記位相反転部から出力された信号を複数のシンボル加算器を用いて並列に累積加算することにより、1 シンボル時間につき 1 つの割合で、前記信号の平均値を求めることを特徴とする、請求項 6 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 9】 前記補正值算出部に供給される前記入力信号を、前記位相回転部に供給される前記入力信号に対して、所定の時間だけ遅延させる遅延部をさらに備え、

前記所定の時間は、前記補正值算出部が前記入力信号に含まれている前記プリアンプの位相補正值を求めている間に、前記特定パターン検出部が前記特定パターンを検出するように決定されていることを特徴とする、請求項 8 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 10】 前記補正值算出部は、前記平均値反転部で求めた補正值が所定の範囲内にあるか否かを判断し、当該判断に応じて、前記補正值、または、前記位相回転部における位相回転処理が無回転となる補正值のいずれかを切り替えて出力する補正值判定部をさらに含んだ、請求項 6 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 11】 前記補正值判定部は、前記平均値反転部で求めた補正值を I Q 座標系における 2 次元ベクトルとしたときに、当該ベクトルが I 軸となす角度を求め、求めた角度が所定の範囲内にあるか否かを判断することを特徴とする、請求項 10 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 12】 前記補正值判定部は、前記平均値反転部で求めた補正值を I Q 座標系における 2 次元ベクトルとしたときに、当該ベクトルの 2 つの成分の絶対値の比を求め、求めた比が所定の範囲内にあるか否かを判断することを特徴

とする、請求項 10 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 13】 前記補正值判定部は、前記平均値反転部で求めた補正值を I Q 座標系における 2 次元ベクトルとしたときに、当該ベクトルの I 軸成分の絶対値  $x$  および Q 軸成分の絶対値  $y$  について、値  $(2x - y)$  の正負を判断することを特徴とする、請求項 10 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 14】 前記補正值決定部は、  
前記補正值算出部で求めた位相補正值を時系列に従って複数個記憶する補正值記憶部と、

前記補正值記憶部に記憶された位相補正值の中から一の位相補正值を選択する補正值選択部と、

前記特定パターン検出信号に基づき、前記補正值選択部で選択された位相補正值を取り込んで保持する補正值保持部とを含んだ、請求項 1 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 15】 前記補正值選択部は、補正值遡り回数の供給を受け、前記補正值記憶部に記憶された位相補正值の中から、前記補正值遡り回数によって指定された位相補正值を選択して出力することを特徴とする、請求項 14 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 16】 前記補正值保持部は、前記特定パターン検出信号が出力された後、補正值の取り込み処理を停止することを特徴とする、請求項 14 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 17】 前記入力信号に含まれている前記データの終端部分を検出し、終端検出信号を出力する終端検出部をさらに備え、

前記補正值保持部は、前記終端検出信号が出力された後、所定の時間が経過した後に、補正值の取り込み処理を開始することを特徴とする、請求項 16 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 18】 前記補正值決定部は、前記特定パターン検出信号が出力された後、補正值の取り込み処理を停止することを特徴とする、請求項 1 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 19】 前記入力信号に含まれている前記データの終端部分を検出

し、終端検出信号を出力する終端検出部をさらに備え、

前記補正值決定部は、前記終端検出信号が出力された後、所定の時間が経過した後に、補正值の取り込み処理を開始することを特徴とする、請求項 18 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 20】 前記補正值算出部に供給される前記入力信号の位相を 45 度回転させる 45 度回転部をさらに備えた、請求項 1 に記載の位相誤差補正回路。

【請求項 21】 デジタル変調された信号を受信する受信装置であって、受信信号を検波する検波部と、

与えられた制御信号に基づき零クロス判定軸を切替えて、前記検波部の出力信号からクロック信号を再生するクロック再生部と、

前記クロック再生部で再生されたクロック信号を用いて識別点判定された、前記検波部の出力信号の位相誤差を補正するとともに、位相誤差の大小を示す位相誤差情報を前記クロック再生部に対して前記制御信号として与える位相誤差補正回路とを備えた、受信装置。

【請求項 22】 前記受信信号は、プリアンプルと特定パターンとデータとを含んだフレーム構造を持つ信号であり、

前記位相誤差補正回路は、

与えられた補正值を用いて、前記検波部の出力信号に対して位相回転処理を行う位相回転部と、

前記位相回転部の出力信号に含まれている前記特定パターンを検出し、特定パターン検出信号を出力する特定パターン検出部と、

前記検波部の出力信号の位相補正值を求める補正值算出部と、

前記特定パターン検出信号に基づき、前記補正值算出部で求めた位相補正值を取り込んで保持し、保持した補正值を前記位相回転部に与える補正值決定部と、

前記補正值算出部で求めた位相補正值に基づき、前記位相誤差情報を求める位相誤差情報決定部とを含んだ、請求項 21 に記載の受信装置。

【請求項 23】 デジタル変調された信号を受信する受信装置であって、



受信信号を検波する検波部と、  
与えられたクロック信号を用いて、前記検波部の出力信号の位相誤差を補正する位相誤差補正回路と、

前記位相誤差補正回路で補正された信号に基づき、当該信号を復調するときに使用されるクロック信号を再生し、再生したクロック信号を前記位相誤差補正回路に与えるクロック再生部とを備えた、受信装置。

【請求項 2 4】 前記受信信号は、プリアンプルと特定パターンとデータとを含んだフレーム構造を持つ信号であり、

前記位相誤差補正回路は、

与えられた補正值を用いて、前記検波部の出力信号に対して位相回転処理を行う位相回転部と、

前記位相回転部の出力信号に含まれている前記特定パターンを検出し、特定パターン検出信号を出力する特定パターン検出部と、

前記クロック再生部から与えられたクロック信号を用いて、前記検波部の出力信号に対して識別点判定を行うシンボル判定部と、

前記シンボル判定部の出力信号の位相補正值を求める補正值算出部と、

前記特定パターン検出信号に基づき、前記補正值算出部で求めた位相補正值を取り込んで保持し、保持した補正值を前記位相回転部に与える補正值決定部とを含んだ、請求項 2 3 に記載の受信装置。

【請求項 2 5】 データをフレーム単位で送信する信号送信方法であって、送信すべきデータを所定の長さに分割するステップと、

分割されたデータの前に、1 シンボルごとに交番するプリアンプルと、シンボル誤りが生じても所定の長さに亘って 1 シンボルごとに交番しない特性を有する特定パターンとを付加して、フレーム構造のデータを作成するステップと、

前記フレーム構造のデータをデジタル変調して送信するステップとを備えた、信号送信方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、有線または無線通信の分野における、受信信号の位相ずれを補正する位相誤差補正回路、および、位相誤差補正回路を用いた受信装置に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

有線または無線通信の分野では、データをフレーム単位に分割して送受信する技術が広く用いられている。例えば、携帯電話では、所定長に分割したデータの前に、プリアンプルやユニークワードなどを付加したフレームが使用されている。プリアンプルは、各フレームの先頭に設けられる。受信装置は、プリアンプル受信中に、プリアンプルに続く部分（ユニークワードやデータなど）の受信状態を制御するために、利得制御、シンボルクロック再生、位相ずれ検出などの処理を行う。

#### 【0003】

送信装置における送信信号と受信装置における受信信号との間には、両装置で使用される局部発振器の周波数ずれや位相雑音などに起因して、位相ずれが生じる。このため、受信装置には、受信信号の位相ずれを補正する位相誤差補正回路が設けられる。受信装置は、プリアンプル受信中に検出した位相ずれをプリアンプルに続く部分に対する位相補正值と推定し、この値を用いてプリアンプルに続く部分に対する位相補正を行う。この方法を用いて補正值を算出する場合、プリアンプル以外の部分の位相ずれを含めて補正值を算出すると、復調誤りの原因となる。したがって、補正值を算出する際には、プリアンプルのみの位相ずれに基づき補正值を算出する必要がある。

#### 【0004】

図40は、特許文献1に記載された、従来の復調装置の構成を示すブロック図である。図40に示す復調装置は、受信信号に含まれているプリアンプルを検出し、プリアンプル検出信号に基づき搬送波周波数誤差を推定する。この復調装置に対する入力信号4020は、あるパターンのプリアンプルを含んだ $\pi/4$ シフトDQPSK変調信号である。

#### 【0005】

図40において、遅延検波手段4001は、 $\pi/4$ シフトDQPSK変調信号

である入力信号 4 0 2 0 を検波する。平均回路 4 0 0 2 は、検波された信号を、直交する 2 チャンネルの信号成分のそれぞれについて平均化し、位相ベクトル 4 0 2 1 を出力する。プリアンプル検出手段 4 0 0 3 では、電力検波回路 4 0 0 4 は、位相ベクトル 4 0 2 1 の大きさを算出し、比較回路 4 0 0 5 は、算出された大きさを所定のしきい値レベルと比較する。比較回路 4 0 0 5 は、位相ベクトル 4 0 2 1 の大きさが所定のしきい値レベルを超えているときに、プリアンプル検出信号 4 0 2 2 を出力する。位相角算出手段 4 0 0 6 では、フリップフロップ 4 0 0 7 は、プリアンプル検出信号 4 0 2 2 が出力されたタイミングで位相ベクトル 4 0 2 1 を取り込んで保持し、アークタンジェント変換 ROM 4 0 0 8 は、保持された位相ベクトルの位相角を出力する。加算器 4 0 0 9 は、算出された位相角に  $\pi/2$  を加算する。周波数誤差演算手段 4 0 1 0 は、加算器 4 0 0 9 の出力信号に基づき、搬送波周波数誤差を算出する。可変周波数発振手段 4 0 1 1 の発振周波数は、周波数誤差演算手段 4 0 1 0 で算出された搬送波周波数誤差に基づき制御される。周波数変換器 4 0 1 2 は、可変周波数発振手段 4 0 1 1 から出力された発振信号を用いて、入力信号 4 0 2 0 を周波数変換する。これにより、入力信号 4 0 2 0 の周波数誤差が補正される。再生回路 4 0 1 3 は、周波数誤差補正後の入力信号から搬送波とクロックとを再生し、同期検波を行うことにより復調信号 4 0 2 3 を出力する。

#### 【0 0 0 6】

このように、上記従来の位相誤差補正回路は、プリアンプル受信中に搬送波周波数誤差を求めるために、位相ベクトル 4 0 2 1 の大きさを所定のしきい値レベルと比較してプリアンプルを検出した上で、プリアンプル検出信号 4 0 2 2 に基づき周波数誤差補正值を算出する。

#### 【0 0 0 7】

##### 【特許文献 1】

特許第 2 6 4 3 7 9 2 号公報（段落 0 0 3 9 - 0 0 4 9、図 1）

#### 【0 0 0 8】

##### 【発明が解決しようとする課題】

フレーム化された信号をバースト伝送する場合、受信装置では、送信されたプ

リアンブルを検知すべく、当初は受信信号に対して利得を最大とする利得制御が行われる。このため、リアンブルの前方部分では検波信号の振幅は飽和する。その後、検波信号の振幅は利得制御によって時間の経過とともに減少し、利得制御はリアンブルの後方部分で安定する。したがって、リアンブル受信中に補正值を算出するときには、利得制御が安定したリアンブルの後方部分で補正值を算出することが望ましい。

#### 【0009】

しかしながら、上記従来の位相誤差補正装置では、位相ベクトルの大きさが受信状況によって変化するので、位相ベクトルの大きさを設定されたしきい値レベルと比較することにより、リアンブルの後方部分を特定することは困難である。また、この補正装置は、フェージングによる振幅の時間変動や利得制御の安定性の点でも問題がある。

#### 【0010】

それ故に、本発明は、フェージングなどにより信号強度が変化する場合でも、リアンブルの後方部分で位相補正值を算出し、位相ずれを正確に補正できる位相誤差補正装置、および、これを用いた受信装置を提供することを目的とする。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段および発明の効果】

第1の発明は、リアンブルと特定パターンとデータとを含んだフレーム構造を持つ入力信号の位相誤差を補正する位相誤差補正回路であって、

与えられた補正值を用いて、入力信号に対して位相回転処理を行う位相回転部と、

位相回転部の出力信号に含まれている特定パターンを検出し、特定パターン検出信号を出力する特定パターン検出部と、

入力信号の位相補正值を求める補正值算出部と、

特定パターン検出信号に基づき、補正值算出部で求めた位相補正值を取り込んで保持し、保持した補正值を位相回転部に与える補正值決定部とを備える。

このような第1の発明によれば、特定パターンを検出したときに、リアンブルから求めた位相補正值が保持され、保持された位相補正值を用いて入力信号に

対する位相補正が行われる。このようにプリアンプルから算出した位相補正值を用いて位相補正を行うことにより、高い精度で位相補正を行うことができる。また、補正值決定部を好適に構成すれば、入力信号の特性が安定したプリアンプルの後方部分から求めた位相補正值を用いて、入力信号に対する位相補正を行うこともできる。これにより、位相補正の精度をさらに高めることができる。

#### 【0012】

第2の発明は、第1の発明において、入力信号の符号が1シンボルごとに反転しているか否かを検出し、交番検出信号を出力する交番検出部をさらに備える。

このような第2の発明によれば、入力信号が1シンボルごとに交番している部分をプリアンプルとみなすことにより、簡単な回路でプリアンプルを検出することができる。

#### 【0013】

第3の発明は、第2の発明において、交番検出部は、入力信号の符号が1シンボルごとに所定の回数だけ連続して反転していることを検出したときに、交番検出信号を出力することを特徴とする。

このような第3の発明によれば、プリアンプルの誤検出を防止し、プリアンプル以外の部分について求めた位相補正值を用いて、入力信号に対する位相補正が行われることを防止することができる。

#### 【0014】

第4の発明は、第3の発明において、特定パターン検出部は、交番検出信号が出力された後、所定の時間に限り、位相回転部の出力信号に含まれている特定パターンを検出することを特徴とする。

このような第4の発明によれば、特定パターンの誤検出を防止し、誤ったタイミングで保持された誤った位相補正值を用いて、入力信号に対する位相補正が行われることを防止することができる。

#### 【0015】

第5の発明は、第3の発明において、補正值算出部は、交番検出信号が出力される部分について、入力信号の位相補正值を求めることを特徴とする。

このような第5の発明によれば、入力信号が1シンボルごとに交番している部

分をプリアンプルとみなすことにより、プリアンプルから位相補正値を正しく求めることができる。

#### 【0 0 1 6】

第 6 の発明は、第 1 の発明において、補正値算出部は、  
入力信号の位相を 1 シンボルおきに反転させる位相反転部と、  
位相反転部から出力された信号の、所定数のシンボルについての平均値を求める平均値算出部と、

平均値算出部の出力信号の正負に応じて、当該出力信号の符号を反転させる平均値反転部とを含む。

このような第 6 の発明によれば、補正値として所定数のシンボルについての平均値を求めることにより、個々のシンボルに含まれている雑音などの影響を減らし、補正値の精度を向上させることができる。

#### 【0 0 1 7】

第 7 の発明は、第 6 の発明において、平均値算出部は、位相反転部から出力された信号を 1 つのシンボル加算器を用いて累積加算することにより、複数のシンボル時間につき 1 つの割合で、信号の平均値を求めることを特徴とする。

このような第 7 の発明によれば、位相反転部から出力された信号の平均値を簡単な回路で求めることができる。

#### 【0 0 1 8】

第 8 の発明は、第 6 の発明において、平均値算出部は、位相反転部から出力された信号を複数のシンボル加算器を用いて並列に累積加算することにより、1 シンボル時間につき 1 つの割合で、信号の平均値を求めることを特徴とする。

このような第 8 の発明によれば、複数のシンボル加算器を用いることにより、位相反転部から出力された信号の平均値を 1 シンボルごとに正しく求めることができる。特に、特定パターンが検出される直前のプリアンプルの終端部分について補正値を正確に求めることができる。この補正値を用いて入力信号に対して位相補正処理を行うことにより、高い精度で位相補正を行うことができる。

#### 【0 0 1 9】

第 9 の発明は、第 8 の発明において、補正値算出部に供給される入力信号を、

位相回転部に供給される入力信号に対して、所定の時間だけ遅延させる遅延部をさらに備え、

所定の時間は、補正值算出部が入力信号に含まれているプリアンプの位相補正值を求めている間に、特定パターン検出部が特定パターンを検出するように決定されていることを特徴とする。

このような第9の発明によれば、特定パターンが検出されたときには、プリアンプから求めた位相補正值が必ず保持されるので、保持された位相補正值を用いて入力信号に対する位相補正を行うことにより、高い精度で位相補正を行うことができる。また、補正值決定部を好適に構成すれば、入力信号の特性が安定したプリアンプの後方部分あるいは末尾部分から求めた位相補正值を用いて、入力信号に対する位相補正を行うこともできる。これにより、位相補正の精度をさらに高めることができる。

#### 【0020】

第10の発明は、第6の発明において、補正值算出部は、平均値反転部で求めた補正值が所定の範囲内にあるか否かを判断し、当該判断に応じて、補正值、または、位相回転部における位相回転処理が無回転となる補正值のいずれかを切り替えて出力する補正值判定部をさらに含む。

このような第10の発明によれば、求めた補正值が所定の角度範囲内にはない場合には、入力信号に対する位相補正は行われなない。これにより、復調すべき信号か否かを判断して、別周波数チャネルの不要信号の誤受信を防止することができる。

#### 【0021】

第11の発明は、第10の発明において、補正值判定部は、平均値反転部で求めた補正值をI Q座標系における2次元ベクトルとしたときに、当該ベクトルがI軸となす角度を求め、求めた角度が所定の範囲内にあるか否かを判断することを特徴とする。

このような第11の発明によれば、補正值の有効性を正しく判定することができる。

#### 【0022】

第 1 2 の発明は、第 1 0 の発明において、補正值判定部は、平均値反転部で求めた補正值を I Q 座標系における 2 次元ベクトルとしたときに、当該ベクトルの 2 つの成分の絶対値の比を求め、求めた比が所定の範囲内にあるか否かを判断することを特徴とする。

このような第 1 2 の発明によれば、補正值の有効性を簡単な方法で判定することができる。

#### 【 0 0 2 3 】

第 1 3 の発明は、第 1 0 の発明において、補正值判定部は、平均値反転部で求めた補正值を I Q 座標系における 2 次元ベクトルとしたときに、当該ベクトルの I 軸成分の絶対値  $x$  および Q 軸成分の絶対値  $y$  について、値  $(2x - y)$  の正負を判断することを特徴とする。

このような第 1 3 の発明によれば、補正值の有効性をビットシフト処理と加算処理だけで判定することができる。

#### 【 0 0 2 4 】

第 1 4 の発明は、第 1 の発明において、補正值決定部は、  
補正值算出部で求めた位相補正值を時系列に従って複数個記憶する補正值記憶部と、

補正值記憶部に記憶された位相補正值の中から一の位相補正值を選択する補正值選択部と、

特定パターン検出信号に基づき、補正值選択部で選択された位相補正值を取り込んで保持する補正值保持部とを含む。

このような第 1 4 の発明によれば、プリアンプルから求めた補正值を順に記憶し、特定パターンが検出されたときに、過去に遡った補正值が保持され、保持された位相補正值を用いて入力信号に対する位相補正が行われる。これにより、プリアンプルから算出した補正值を用いて位相補正を行えるので、高い精度で位相補正を行うことができる。

#### 【 0 0 2 5 】

第 1 5 の発明は、第 1 4 の発明において、補正值選択部は、補正值遡り回数の供給を受け、補正值記憶部に記憶された位相補正值の中から、補正值遡り回数に



よって指定された位相補正值を選択して出力することを特徴とする。

このような第 1 5 の発明によれば、特定パターンのデータパターンなどを考慮して補正值遡り回数を決定し、補正值記憶部の回路規模を減らすことができる。

#### 【 0 0 2 6 】

第 1 6 の発明は、第 1 4 の発明において、補正值保持部は、特定パターン検出信号が出力された後、補正值の取り込み処理を停止することを特徴とする。

このような第 1 6 の発明によれば、特定パターンが検出された後は補正值が更新されないため、特定パターンやデータから誤って求めた補正值が使用されることを防止することができる。

#### 【 0 0 2 7 】

第 1 7 の発明は、第 1 6 の発明において、入力信号に含まれているデータの終端部分を検出し、終端検出信号を出力する終端検出部をさらに備え、

補正值保持部は、終端検出信号が出力された後、所定の時間が経過した後に、補正值の取り込み処理を開始することを特徴とする。

このような第 1 7 の発明によれば、データの終端部分が検出された後も、しばらくの間、補正值が更新されないため、フレームの終端付近で誤って求めた補正值が使用されることを防止することができる。

#### 【 0 0 2 8 】

第 1 8 の発明は、第 1 の発明において、補正值決定部は、特定パターン検出信号が出力された後、補正值の取り込み処理を停止することを特徴とする。

このような第 1 8 の発明によれば、特定パターンが検出された後は補正值が更新されないため、特定パターンやデータから誤って求めた補正值が使用されることを防止することができる。

#### 【 0 0 2 9 】

第 1 9 の発明は、第 1 8 の発明において、入力信号に含まれているデータの終端部分を検出し、終端検出信号を出力する終端検出部をさらに備え、

補正值決定部は、終端検出信号が出力された後、所定の時間が経過した後に、補正值の取り込み処理を開始することを特徴とする。

このような第 1 8 の発明によれば、データの終端部分が検出された後も、しば

らくの間、補正値が更新されないため、フレームの終端付近で誤って求めた補正値が使用されることを防止することができる。

### 【0030】

第20の発明は、第1の発明において、補正値算出部に供給される入力信号の位相を45度回転させる45度回転部をさらに備える。

このような第20の発明によれば、入力信号が $\pi/4$  DQPSK方式などで変調されている場合でも、高い精度で位相補正を行うことができる。

### 【0031】

第21の発明は、デジタル変調された信号を受信する受信装置であって、受信信号を検波する検波部と、

与えられた制御信号に基づき零クロス判定軸を切替えて、検波部の出力信号からクロック信号を再生するクロック再生部と、

クロック再生部で再生されたクロック信号を用いて識別点判定された、検波部の出力信号の位相誤差を補正するとともに、位相誤差の大小を示す位相誤差情報をクロック再生部に対して制御信号として与える位相誤差補正回路とを備える。

このような第21の発明によれば、入力信号の位相ずれが大きい場合でも、安定したシンボルタイミングを得ることができるので、復調特性を向上させることができる。

### 【0032】

第22の発明は、第21の発明において、受信信号は、プリアンプルと特定パターンとデータとを含んだフレーム構造を持つ信号であり、

位相誤差補正回路は、

与えられた補正値を用いて、検波部の出力信号に対して位相回転処理を行う位相回転部と、

位相回転部の出力信号に含まれている特定パターンを検出し、特定パターン検出信号を出力する特定パターン検出部と、

検波部の出力信号の位相補正値を求める補正値算出部と、

特定パターン検出信号に基づき、補正値算出部で求めた位相補正値を取り込んで保持し、保持した補正値を位相回転部に与える補正値決定部と、

補正值算出部で求めた位相補正值に基づき、位相誤差情報を求める位相誤差情報決定部とを含む。

#### 【 0 0 3 3 】

第 2 3 の発明は、デジタル変調された信号を受信する受信装置であって、受信信号を検波する検波部と、与えられたクロック信号を用いて、検波部の出力信号の位相誤差を補正する位相誤差補正回路と、

位相誤差補正回路で補正された信号に基づき、当該信号を復調するときに使用されるクロック信号を再生し、再生したクロック信号を位相誤差補正回路に与えるクロック再生部とを備える。

このような第 2 3 の発明によれば、位相ずれが既に補正された検波出力に対して零クロスを検出するので、位相ずれが大きい場合でも、クロック再生時に零クロス軸を切り替えることなく、復調特性を向上させることができる。

#### 【 0 0 3 4 】

第 2 4 の発明は、第 2 3 の発明において、受信信号は、プリアンプルと特定パターンとデータとを含んだフレーム構造を持つ信号であり、

位相誤差補正回路は、

与えられた補正值を用いて、検波部の出力信号に対して位相回転処理を行う位相回転部と、

位相回転部の出力信号に含まれている特定パターンを検出し、特定パターン検出信号を出力する特定パターン検出部と、

クロック再生部から与えられたクロック信号を用いて、検波部の出力信号に対して識別点判定を行うシンボル判定部と、

シンボル判定部の出力信号の位相補正值を求める補正值算出部と、

特定パターン検出信号に基づき、補正值算出部で求めた位相補正值を取り込んで保持し、保持した補正值を位相回転部に与える補正值決定部とを含む。

#### 【 0 0 3 5 】

第 2 5 の発明は、データをフレーム単位で送信する信号送信方法であって、送信すべきデータを所定の長さに分割するステップと、

分割されたデータの前に、1シンボルごとに交番するプリアンプルと、シンボル誤りが生じても所定の長さに亘って1シンボルごとに交番しない特性を有する特定パターンとを付加して、フレーム構造のデータを作成するステップと、

フレーム構造のデータをデジタル変調して送信するステップとを備える。

このような第25の発明によれば、プリアンプルと誤検出されない特定パターンを付加してデータを送信するので、受信装置では、特定パターンを検出したときに、プリアンプルから求めた位相補正値を保持し、保持した位相補正値を用いて受信信号に対する位相補正を行うことにより、高い精度で位相補正を行うことができる。

#### 【0036】

##### 【発明の実施の形態】

##### （第1の実施形態）

図1は、本発明の第1の実施形態に係る位相誤差補正回路1の構成を示すブロック図である。図1に示す位相誤差補正回路1は、交番検出部101、補正值算出部102、補正值決定部103、位相回転部104、ユニークワード検出部105（以下、UW検出部と略称する）、および、フレーム終端検出部106を備える。位相誤差補正回路1には、フレーム構造を有するデータをデジタル変調して得られた信号が入力される。位相誤差補正回路1は、送信装置と受信装置との間の局部発振器の周波数ずれなどに起因する、入力信号の位相ずれを補正する。

#### 【0037】

図2は、位相誤差補正回路1を含む受信装置2の構成を示すブロック図である。図2に示すように、位相誤差補正回路1の前段には検波部201とクロック再生部202とが設けられ、これらにより受信装置2が構成される。受信装置2は、送信装置（図示せず）からデジタル変調された信号を受信する。検波部201は、受信信号211を検波し、検波出力212を出力する。クロック再生部202は、検波出力212に基づき、データ判定に最適な識別点を用いてサンプリングされたサンプル信号と、識別点のタイミングを規定するクロック信号とを出力する。以下、前者を検波信号111、後者をシンボルクロック110と呼ぶ。位相誤差補正回路1には、検波信号111とシンボルクロック110とが入力され

る。以下では、例として、検波信号 111 は、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) 方式の変調信号を遅延検波した信号であると仮定する。

#### 【0038】

図3は、位相誤差補正回路1に入力される検波信号111のフレーム構造を示す図である。位相誤差補正回路1には、検波信号111が、図3に示すフレームの形態で入力される。フレームは、先頭から順に、プリアンブル部と、ユニークワード部と、データ部とを含んでいる。データ部は、フレームの末尾に配置される。以下、プリアンブル部をPR部、ユニークワード部をUW部と略称する場合がある。

#### 【0039】

PR部には、隣接する2つのシンボル間で、シンボルの位相角が180度反転するデータパターンが設定される。以下、このようにシンボルの位相角が交互に180度ずつ反転することを「シンボルが交番する」といい、シンボルが交番するパターンを「シンボル交番」という。図4は、検波信号111のPR部におけるコンスタレーションパターンを示す図である。図4に示すように、PR部には、所定数のシンボルが交番するデータパターン、すなわち、所定長のシンボル交番が設定される。UW部には、フレーム同期を確立するためのデータパターンが設定される。また、UW部に設定されるデータパターンは、相手先の受信装置を識別するためにも使用される。受信装置2にはそれぞれ固有の識別情報が設定されており、受信装置2は、UW部に自らの識別情報が設定されているフレームについて受信処理を行う。データ部には、所定長に分割されたデータが設定される。

#### 【0040】

位相誤差補正回路1の詳細な構成を説明するに先立ち、位相誤差補正回路1の主な特徴を概説する。位相誤差補正回路1を含んだ受信装置2は、受信信号211をフレーム単位で受信する。PR部を受信中にPR部以外の部分(UW部とデータ部)を受信するときの状態を制御するため、位相誤差補正回路1より前に配置された回路では、利得制御やシンボルクロック再生などが行われる。位相誤差補正回路1は、PR部について位相ずれを検出し、検出した位相ずれをPR部以

外の部分に対する位相補正值として使用する。利得制御やシンボルクロック再生の精度は、PR部を受信中に次第に良くなるので、検波信号111の特性は、PR部の前方部分では悪く、PR部の後方に進むに従って良くなる。そこで、位相誤差補正回路1は、以下のようにして、PR部のできるだけ後方部分で検出した位相ずれを、位相補正值として使用する。

#### 【0041】

位相誤差補正回路1は、PR部を受信中に、検波信号111の位相ずれの平均値を算出する処理を繰り返し行い、算出した平均値を位相補正值とみなして、時系列に従って記憶する。その後、位相誤差補正回路1は、UW部を検出したときに、記憶した複数の補正值から1つの補正值を選択して保持し、保持した補正值を用いてPR部以外の部分に対して位相補正を行う。保持すべき補正值を選択するときは、UW部を検出した時点で記憶されている補正值のうち、最も新しく算出された補正值から過去に所定数だけ遡った補正值が選択される。

#### 【0042】

また、位相誤差補正回路1は、PR部を正確に検出するのではなく、検波信号111に含まれている所定長のシンボル交番を検出し、これを検出したときにPR部を検出したと見なしている。また、位相誤差補正回路1は、算出した補正值が所定の範囲に入っていないときは、その補正值を位相補正に使用しないようにしている。さらに、位相誤差補正回路1は、PR部やUW部の誤検出を防止するための仕組みを備えている。位相誤差補正回路1が有するこれらの特徴は、以下の説明によって明らかになる。

#### 【0043】

図1に示す位相誤差補正回路1は、概ね以下のように動作する。交番検出部101は、検波信号111の符号ビット112が隣接シンボル間で反転しているか否かに基づきシンボル交番を検出し、シンボル交番の検出を示す交番検出信号113と、所定数の連続したシンボル交番の検出を示す補正值算出信号114とを出力する。補正值算出部102は、交番検出信号113が出力されている間、所定の方法で検波信号111の位相ずれの平均値を求め、求めた平均値を補正值115として出力する。補正值決定部103は、補正值115を時系列に従って記

憶し、記憶した補正值から1つの補正值を選択して実効補正值118として出力する。位相回転部104は、実効補正值118を用いて検波信号111に対して位相回転処理を行い、補正検波信号119を出力する。UW検出部105は、補正検波信号119に含まれているUW部を検出したときに、ユニークワード検出信号116（以下、UW検出信号と略称する）を出力する。フレーム終端検出部106は、補正検波信号119からフレームの終端部分を検出したときに、フレーム終端検出信号117を出力する。補正值算出信号114とUW検出信号116とフレーム終端検出信号117とは、補正值決定部103において実効補正值118を保持するタイミングを定めるために使用される。

#### 【0044】

以下、位相回転部104、交番検出部101、補正值算出部102、および、補正值決定部103の詳細を説明する。位相回転部104は、実効補正值118を用いて検波信号111に対して位相回転処理を行い、補正検波信号119を出力する。より詳細には、位相回転部104には、検波信号111と実効補正值118とが2次元ベクトル形式で入力される。位相回転部104は、次式（1）および（2）に示す演算を行う。

$$OUTI = INI \times CPI + INQ \times CPQ \quad \cdots (1)$$

$$OUTQ = INQ \times CPI - INI \times CPQ \quad \cdots (2)$$

ただし、式（1）および（2）において、INIおよびINQは検波信号111の同相成分および直交成分（以下、それぞれ、I軸成分、Q軸成分という）を、CPIおよびCPQは実効補正值118のI軸成分およびQ軸成分を、OUTIおよびOUTQは補正検波信号119のI軸成分およびQ軸成分を表す。

#### 【0045】

位相回転部104においてこのような位相回転処理を行うことにより、送信装置と受信装置と間の周波数ずれなどに起因して検波信号111に生じる位相ずれを補正することができる。また、式（1）および（2）に示すように、加減乗算を行うことにより検波信号111の位相ずれを補正できるので、位相角を求めることなく、また、振幅情報を用いることなく、簡易な構成で検波信号111の位相ずれを補正することができる。

**【0046】**

図5は、交番検出部101の詳細な構成を示すブロック図である。交番検出部101は、シンボル交番検出部501、シンボルカウンタ部502、および、交番検出信号生成部503を含む。シンボル交番検出部501には、検波信号111の符号ビット112が入力される。シンボル交番検出部501は、符号ビット112が隣接シンボル間で位相反転していること（すなわち、シンボルが交番していること）を検出したときに、シンボル交番検出信号511を出力する。

**【0047】**

シンボルカウンタ部502は、シンボル交番検出信号511に基づきシンボル交番が連続した回数を数え、カウンタ値512を出力する。より詳細には、シンボルカウンタ部502は、初期値として所定値N（Nは1以上の整数）が設定されたカウンタを内蔵しており、シンボル交番検出信号511が入力されるたびにカウンタ値512を0から（N-1）まで1ずつ増やし、シンボル交番検出信号511が入力されないときにはカウンタ値512を所定値Nに初期化する。交番検出信号生成部503は、カウンタ値512が0から（N-1）までの範囲内にある間は交番検出信号113を出力し、カウンタ値512が（N-1）になったときに、シンボル交番がNシンボル連続したことを示す補正值算出信号114を出力する。

**【0048】**

図6は、補正值算出部102の詳細な構成を示すブロック図である。補正值算出部102は、位相反転部601、平均化部602、平均ベクトル位相反転部603、および、補正值判定部604を含む。位相反転部601は、1シンボルおきに検波信号111の位相を180度反転させる。すなわち、位相反転部601は、検波信号111に対して、シンボルの位相を180度反転させる処理と、シンボルをそのまま出力する処理とを、シンボルごとに交互に切り替えて行う。

**【0049】**

図7は、平均化部602の詳細な構成を示すブロック図である。平均化部602は、シンボル加算器701、および、シンボル遅延器702を含み、入力された交番検出信号113が有効である間、位相反転部601から出力された信号の



I 軸成分と Q 軸成分とをそれぞれ別々に平均化し、第 1 の平均ベクトル 611 を求める。また、平均化部 602 は、交番検出信号 113 が無効となったときに、シンボル遅延器 702 に保持された値を 0 にリセットする。より詳細には、シンボル遅延器 702 は、シンボル加算器 701 から出力された信号の I 軸成分と Q 軸成分とを、それぞれ 1 シンボル時間だけ遅延させる。シンボル加算器 701 は、入力された交番検出信号 113 が有効であるときに、位相反転部 601 から出力された信号の I 軸成分と Q 軸成分とに、シンボル遅延器 702 から出力された信号の I 軸成分と Q 軸成分とをそれぞれ別個に加算する。このような平均化部 602 によれば、複数のシンボル時間につき 1 つの割合で、位相反転部 601 から出力された信号の I 軸成分と Q 軸成分の平均値を求めることができる。

#### 【0050】

平均ベクトル位相反転部 603 は、第 1 の平均ベクトル 611 の I 軸成分の符号（または Q 軸成分の成分）に基づき位相反転の必要性を判断し、当該判断に基づき、第 1 の平均ベクトル 611 の位相を 180 度反転させる。本実施形態では、平均ベクトル位相反転部 603 は、第 1 の平均ベクトル 611 の I 軸成分が負であるときに、第 1 の平均ベクトル 611 の位相を 180 度反転させるとする。平均ベクトル位相反転部 603 は、第 1 の平均ベクトル 611 を必要に応じて位相反転させた信号を、第 2 の平均ベクトル 612 として出力する。

#### 【0051】

検波信号 111 に基づき第 2 の平均ベクトル 612 が算出される過程をさらに詳細に説明する。図 8 は、位相反転部 601 に PR 部が入力されたときのシンボル反転タイミングを示す図である。図 9 は、位相反転部 601 の作用により、シンボルが I Q 座標系において特定の象限に集められる様子を示す図である。なお、図 8 および図 9 では、検波信号 111 に正方向の位相ずれが生じていると仮定している。

#### 【0052】

図 8 に示すように、位相反転部 601 に供給される検波信号 111 は、シンボルクロック 110 に同期して変化する。検波信号 111 に PR 部が含まれている場合、シンボルは交番する（すなわち、シンボルごとに位相が 180 度ずつ反転

する)。ここで、検波信号 111 に正方向の位相ずれが生じているとすると、検波信号 111 のシンボルは、I Q 座標軸において第 1 象限と第 3 象限とに交互に位置する。位相反転部 601 は、このようにシンボル交番する検波信号 111 の位相を 1 シンボルおきに 180 度反転させる。したがって、図 8 に示す第 1 の反転タイミングで位相反転が行われた場合、図 9 (a) に示すように、シンボルは第 1 象限に集中する。また、第 1 の反転タイミングと 1 シンボル時間だけ離れた第 2 の反転タイミングで位相反転が行われた場合、図 9 (b) に示すように、シンボルは第 3 象限に集中する。

#### 【0053】

このように、検波信号 111 に正方向の位相ずれが生じている場合、位相反転部 601 から出力された信号に含まれるシンボルは、第 1 または第 3 象限に集中する。同様に、検波信号 111 に負方向の位相ずれが生じている場合、位相反転部 601 から出力された信号に含まれるシンボルは、第 2 または第 4 象限に集中する。平均化部 602 は、1 つの象限に集められたシンボルについて平均値を求め、第 1 の平均ベクトル 611 を出力する。したがって、第 1 の平均ベクトル 611 は、検波信号 111 に生じた位相ずれと位相反転部 601 における反転タイミングとによって、第 1 ないし第 4 象限のいずれかに存在することになる。

#### 【0054】

平均ベクトル位相反転部 603 は、補正方向を一意に決定するために、位相ずれを第 1 または第 4 象限に移動させる処理を行う。図 10 は、平均ベクトル位相反転部 603 の作用により、シンボルが I Q 座標系において第 1 または第 4 象限に移動する様子を示す図である。平均ベクトル位相反転部 603 は、上述したように、第 1 の平均ベクトル 611 の I 軸成分が負であるときに、第 1 の平均ベクトル 611 の位相を 180 度反転させる。これにより、第 1 の平均ベクトル 611 が第 1、第 2、第 3、第 4 象限にあるとき、第 2 の平均ベクトル 612 は、それぞれ、第 1、第 4、第 1、第 4 象限に位置する。このようにして、平均ベクトル位相反転部 603 からは、第 1 または第 4 象限に位置する第 2 の平均ベクトル 612 が出力される。

#### 【0055】

図 11 は、補正值判定部 604 の詳細な構成を示すブロック図である。補正值判定部 604 は、絶対値算出部 1101、絶対値比較部 1102、および、選択部 1103 を含む。補正值判定部 604 は、第 2 の平均ベクトル 612 の位相角が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内にある場合に限り、第 2 の平均ベクトル 612 をそのまま補正值 115 として出力する。

#### 【0056】

図 11 において、絶対値算出部 1101 は、第 2 の平均ベクトル 612 の I 軸成分の絶対値 1111 と Q 軸成分の絶対値 1112 とを算出する。絶対値比較部 1102 は、2 つの絶対値 1111、1112 の比に基づき、許可信号 1113 または不許可信号 1114 を選択的に出力する。より詳細には、絶対値比較部 1102 は、I 軸成分の絶対値 1111 を X、Q 軸成分の絶対値 1112 を Y としたときに、両者の比  $Y/X$  を求め、求めた比  $Y/X$  が所定値  $r$  以下である場合は許可信号 1113 を出力し、それ以外の場合は不許可信号 1114 を出力する。特に、所定値  $r$  を 2 とした場合、比  $Y/X$  と所定値  $r$  とを比較することは、次式 (1) が成立するか否かを判断することと等価である。

$$2X - Y \geq 0 \quad \dots (3)$$

$\tan^{-1} 2 = 63.4$  度であるから、次式 (3) が成立するか否かを判断することにより、検波信号 111 の位相ずれが  $\pm 63.4$  度以内であるか否かを判断することができる。つまり、第 2 の平均ベクトル 612 が、図 12 に示す斜線部の範囲に存在するか否かを判断することができる。なお、図 12 に示す  $a$  は、正の数である。

#### 【0057】

選択部 1103 は、許可信号 1113 が出力されたときには第 2 の平均ベクトル 612 を、不許可信号 1114 が出力されたときにはスルー補正值を、補正值 115 として出力する。ここで、スルー補正值とは、位相回転部 104 における回転処理が無回転となる補正值、すなわち、I 軸成分が 1 で Q 軸成分が 0 であるベクトル (1, 0) をいう。なお、補正值判定部 604 は、第 2 の平均ベクトル 612 の位相角 (IQ 座標系において I 軸の正方向となす角) を求めた上で、求めた位相角が所定の範囲内にある場合に限り、第 2 の平均ベクトル 612 をその

まま補正值 115 として出力してもよい。

#### 【0058】

以上のように構成された補正值算出部 102 の効果を説明する。第 1 の平均ベクトル 611 は、交番検出信号 113 が有効である間（すなわち、連続したシンボル交番が検出されている間）に入力された検波信号 111 を平均化したものである。したがって、雑音などの影響により PR 部におけるシンボル交番が崩れた場合でも、補正值の算出に悪影響を及ぼす部分を避けて、精度の高い補正值を算出することができる。また、平均化部 602 で検波信号 111 を平滑化することにより、雑音が多い環境で使用された場合でも、精度の高い補正值を算出することができる。

#### 【0059】

また、位相回転部 104 は、補正值算出部 102 で求めた補正值 115 から選択された実効補正值 118 を用いて、検波信号 111 に対して位相回転処理を行うが、補正角度が大きすぎる場合には、位相誤差補正回路 1 は、別周波数チャネルの不要信号を誤受信してしまう恐れがある。そこで、補正值判定部 604 は、第 2 の平均ベクトル 612 の位相角が所定の範囲内に入るか否かを判断する。これにより、復調すべき信号か否かを判断して、別周波数チャネルの不要信号の誤受信を防止することができる。また、式 (3) の演算はビットシフト処理と加算処理とで行えるので、第 2 の平均ベクトル 612 の判定に式 (3) を用いることにより、補正值判定部 604 を簡単な回路で構成することができる。

#### 【0060】

図 13 は、補正值決定部 103 の詳細な構成を示すブロック図である。補正值決定部 103 は、補正值記憶部 1301、補正值選択部 1302、補正值保持部 1303、タイミング調整部 1304、データ部受信信号生成部 1305、および、論理ゲート 1306 を含む。補正值記憶部 1301 は、メモリあるいはシフトレジスタなどによって構成され、補正值算出部 102 で算出された補正值 115 を記憶する。より詳細には、補正值記憶部 1301 は、時系列に従って最新の  $(L+1)$  個 ( $L$  は 0 以上の整数) の補正值 115 を記憶する。補正值遡り回数 1311 は、0 以上  $L$  以下の整数であり、補正值選択部 1302 に入力される。

補正值選択部 1302 は、補正值記憶部 1301 に記憶された  $(L+1)$  個の補正值のうちから、補正值遡り回数 1311 で指定された、過去に遡った補正值を選択して出力する。例えば、補正值遡り回数 1311 が 2 であるときは、補正值選択部 1302 は、最新の補正值から 2 つ分だけ過去に遡った補正值（図 13 では、補正值 2）を出力する。

#### 【0061】

タイミング調整部 1304 は、補正值 115 が補正值算出部 102 から出力されるタイミングと一致させるため、補正值算出信号 114 を所定の時間だけ遅延させる。データ部受信信号生成部 1305 は、UW 検出信号 116 とフレーム終端検出信号 117 に基づき、データ部を受信中であることを示すデータ部受信信号 1312 を生成する。より詳細には、データ部受信信号生成部 1305 は、UW 検出信号 116 が入力された後、フレーム終端検出信号 117 が入力されるまでの期間だけ有効なデータ部受信信号 1312 を出力する。論理ゲート 1306 は、データ部受信信号 1312 の否定とタイミング調整後の補正值算出信号との論理積を求め、その結果を更新信号 1313 として出力する。補正值保持部 1303 は、更新信号 1313 が入力されたときに、補正值選択部 1302 で選択された補正值を取り込んで保持する。補正值保持部 1303 に保持された補正值は、実効補正值 118 として位相回転部 104 に供給される。

#### 【0062】

このように、補正值決定部 103 は、補正值算出部 102 で算出された  $(L+1)$  個の補正值を記憶した上で、UW 検出信号 116 が入力されたときに、記憶した補正值から 1 つの補正值を選択して実効補正值 118 として出力する。

#### 【0063】

以上のように構成された補正值決定部 103 の効果を説明する。補正值算出部 102 は、連続したシンボル交番が検出されるたびに補正值 115 を算出する。連続したシンボル交番は、本来は PR 部を受信中に検出されるべきものである。ところが、元のデータパターンにシンボル交番が含まれている場合や、雑音などの影響により元のデータパターンがシンボル交番に化ける場合などがあり、連続したシンボル交番は、PR 部の受信中だけでなく、UW 部あるいはデータ部の受

信中でも検出される。補正值算出部 102 は、UW部やデータ部を受信中に連続したシンボル交番が検出されたときにも補正值 115 を算出するが、このときに算出される補正值は誤補正の原因となるので、位相回転部 104 における位相回転処理に使用することを避ける必要がある。また、検波信号 111 の特性は P R 部の後方部分のほうが良いため、補正值決定部 103 は、P R 部のできるだけ後方部分で算出された補正值を実効補正值 118 として選択することが好ましい。検波信号 111 は、図 3 に示すフレーム構造を有するので、位相誤差補正回路 1 は、P R 部に続いて UW 部を受信する。したがって、P R 部の後方部分を検出することは、UW 部を検出することで代用可能である。

#### 【0064】

そこで、補正值決定部 103 は、UW 検出信号 116 とフレーム終端検出信号 117 とに基づき、データ部を受信中であることを示すデータ部受信信号 1312 を生成する。補正值決定部 103 は、データ部受信信号 1312 に基づき、データ部の受信中でないときは、新たな補正值 115 が算出されるたびに、補正值選択部 1302 で選択された補正值を取り込み、データ部の受信中は、既に取り込んだ補正值を保持する。このようにして、補正值決定部 103 は、UW 部が検出されたときに、補正值選択部 1302 で選択されていた補正值を実効補正值 118 として取り込み、次の UW 部が検出されるまで実効補正值 118 の更新を禁止する。これにより、補正值決定部 103 は、P R 部の後方部分で算出された補正值だけを位相回転部 104 に出力することができる。

#### 【0065】

図 14 は、補正值決定部 103 の入出力信号と内部信号とが変化する様子を示すタイミングチャートである。補正值決定部 103 には、補正值算出部 102 で算出された補正值 115 と、補正值 115 が算出されるタイミングを示す補正值算出信号 114 とが入力される。図 14 に示す補正值算出信号は、タイミング調整部 1304 によってタイミング調整された後のものである。

#### 【0066】

UW 検出信号 116 が入力されるまでは（図 14 において時刻 T1 より前）、データ部受信信号 1312 は無効（Low レベル）であるので、更新信号 131

3は、タイミング調整後の補正值算出信号と同じように変化する。したがって、UW検出信号116が入力されるまでは、補正值保持部1303は、補正值算出信号114が入力されるたびに実効補正值118を更新する。

#### 【0067】

UW検出信号116が入力された後は（時刻T1より後）、データ部受信信号1312が有効（Highレベル）となるので、補正值算出信号114は、論理ゲート1306の作用によりマスクされ、更新信号1313は無効（Lowレベル）のままとなる。したがって、UW検出信号116が入力された後は、補正值保持部1303は、補正值算出信号114が入力されても実効補正值118を更新せず、以前の実効補正值118を保持する。

#### 【0068】

その後、フレーム終端検出信号117が入力されると（図示せず）、データ部受信信号1312は再び無効となり、補正值保持部1303は、実効補正值118の更新を再開する。このように、補正值決定部103は、データ部の受信中は実効補正值118の更新を禁止し、フレーム受信が完了した後に実効補正值118の更新を再開する。

#### 【0069】

補正值決定部103が補正值115を時系列に従って記憶し、UW部検出時には、記憶されている補正值のうちで過去に遡った補正值を実効補正值118として選択する理由は、以下のとおりである。

#### 【0070】

図15は、PR部の終端付近で補正值が算出される様子を示す図である。補正值115は、連続したシンボル交番が検出されたときに算出され、本来はPR部の受信中に算出されるべきものである（図15に示す補正值CP3およびCP2）。ところが、PR部の受信終了後、UW部が検出されて実効補正值118の更新が停止されるまでの間に、新たな補正值115が算出される場合がある。具体的には、図15に示すように、UW部の受信中に（補正值CP0）、あるいは、PR部の終端付近とUW部の先頭付近とを受信中に（補正值CP1）、補正值115が算出される場合がある。PR部以外の部分について算出された補正值を用

いて位相回転処理を行うと、誤補正を招く恐れがある。

#### 【0 0 7 1】

そこで、補正值決定部 1 0 3 は、所定数の補正值 1 1 5 を補正值記憶部 1 3 0 1 に時系列に従って記憶させ、UW部が検出されたときに、その時点で記憶されている補正值のうちで、補正值遡り回数 1 3 1 1 で指定された過去に遡った補正值を実効補正值 1 1 8 として選択する。これにより、位相回転部 1 0 4 は、P R 部の受信中に算出された補正值のみを用いて位相回転処理を行うことができる。

#### 【0 0 7 2】

補正值決定部 1 0 3 に記憶しておくべき補正值 1 1 5 の個数は、UW部で（または、P R 部と UW 部とに跨って）連続したシンボル交番が誤検出される回数に等しいため、UW部のデータパターンによって定まる。そこで、UW部のデータパターンを好適に選択することにより、連続したシンボル交番の誤検出の回数を減らして、必要となる補正值遡り回数を小さくし、補正值記憶部 1 3 0 1 の回路規模を小さくすることができる。UW部のデータパターンの好適な選び方については、本実施形態の後に説明する。

#### 【0 0 7 3】

次に、実効補正值 1 1 8 の更新をいつ再開すべきかについて言及する。位相誤差補正回路 1 に検波信号 1 1 1 が入力されるときに、2 つのフレームがある程度の時間間隔を空けて入力されることが保証されている場合には、データ部受信信号生成部 1 3 0 5 は、フレーム終端検出信号 1 1 7 が入力されたときに、直ちにデータ部受信信号 1 3 1 2 を無効にしてよい。これに対して、2 つのフレームが入力される時間間隔が短い場合（すなわち、フレームがほぼ連続して送信される場合）には、データ部受信信号生成部 1 3 0 5 は、フレーム終端検出信号 1 1 7 が入力された後も所定の時間だけ、データ部受信信号 1 3 1 2 を有効なままにしておくことが好ましい。その理由は、以下のとおりである。

#### 【0 0 7 4】

図 1 6 は、フレームが連続して送信される状況において、フレームの終端で補正值が算出される様子を示す図である。この例では、先のフレームのデータ部の終端（斜線部）に連続したシンボル交番が含まれていると仮定している。この場



合、フレームの終端が検出されたときに実効補正值 118 の更新を再開すると仮定すると、補正值決定部 103 は、データ部の終端で算出された補正值を記憶し、後に実効補正值 118 として出力してしまう恐れがある。この事態を避けるには、データ部受信信号生成部 1305 が、フレーム終端検出信号 117 が入力された後、所定の時間（図 16 における  $T_{ex}$ ）だけ、データ部受信信号 1312 を有効なままにしておけばよい。このようにデータ部受信信号 1312 が有効である期間を延長することにより、フレームの終端付近で誤って算出された補正值を用いて位相回転処理が行われることを防止し、検波信号 111 の位相ずれを正しく補正することができる。

#### 【0075】

次に、UW部の検出精度を高める方法について言及する。位相誤差補正回路 1 は、UW部を検出したときに実効補正值 118 を決定するので、UW部を正しく確実に検出する必要がある。そこで、UW部の誤検出を防止するために、位相誤差補正回路 1 は、PR部が検出されたときから UW検出信号 116 の発生が予測される期間（以下、アパーチャ区間という）に限って、UW検出信号 116 を有効とする。より詳細には、位相誤差補正回路 1 は、交番検出信号 113 が有効となった後、所定の時間に亘って有効となるアパーチャ区間信号を備え、アパーチャ区間信号が有効であるときに限って、UW検出信号 116 を有効とする。

#### 【0076】

図 17 は、アパーチャ区間信号が変化する様子を示すタイミングチャートである。アパーチャ区間信号は、交番検出信号 113 が有効となったときに有効となり、アパーチャ区間が終了したとき、または、UW検出信号 116 が入力されたときに無効となる。このように、アパーチャ区間を定義し、アパーチャ区間でのみ UW部を検出することにより、UW部を正しく検出する確率が向上し、より高い確率で正しい実効補正值 118 を求めることができる。また、検波信号 111 の符号ビット 112 に基づき生成された交番検出信号 113 に基づきアパーチャ区間信号を生成することにより、アパーチャ区間信号を生成するための回路を、少ない回路規模で容易に構成することができる。

#### 【0077】

以上に示すように、本実施形態に係る位相誤差補正装置によれば、P R 部、U W 部およびデータ部を含む検波信号に対して、保持された位相補正值を用いて位相補正が行われ、U W 部を検出したときに、P R 部について求めた補正值が、今後使用される位相補正值として保持される。このようにU W 部あるいはデータ部について求めた位相補正值でなく、P R 部について求めた位相補正值を用いて位相補正値を行うことにより、高い精度で位相補正を行うことができる。また、連続した所定数のシンボル交番をP R 部とみなすことにより、簡単な回路でP R 部を検出することができる。また、シンボル交番を検出した後、所定の時間に限り、U W 検出信号を有効することにより、U W 部の誤検出を防止することができる。また、シンボル交番検出中にのみ補正值を求めることにより、補正值の精度を高めることができる。また、補正值として検波信号の所定数のシンボルの平均値を使用することにより、個々のシンボルに含まれている雑音などの影響を減らし、補正值の精度を向上させることができる。また、求めた補正值が所定の範囲内にはない場合には、検波信号に位相補正を施さないことにより、別周波数チャネルの不要信号の誤受信を防止することができる。また、U W 部の検出後は補正值の更新を停止することにより、U W 部やデータ部について誤って求めた補正值が使用されることがない。また、データの終端部分が検出された後も、しばらくの間、補正值が更新されないので、フレームの終端付近で誤って求めた補正值が使用されることがない。

#### 【0078】

以下、位相誤差補正回路1の変形例について説明する。本実施形態に係る位相誤差補正回路1は、フレーム終端検出部106を備え、フレーム終端が検出されたときに実効補正值118の更新を再開することとした。このような位相誤差補正回路1は、フレームを連続的に受信する場合にも、フレームを連続的に受信しない場合にも使用できる。ここで、フレームを連続的に受信しない場合に限ると、位相誤差補正回路は、フレーム終端検出部106を必ずしも備えていなくてもよい。図18は、本実施形態の第1の変形例に係る位相誤差補正回路18の構成を示すブロック図である。位相誤差補正回路18は、本実施形態に係る位相誤差補正回路1からフレーム終端検出部106を除去して得られたものである。位相

誤差補正回路 1 8 は、フレームの終端部分を検出せず、例えば、補正值算出信号 1 1 4 が有効となったときにデータ部受信信号 1 3 1 2 を有効にする。この第 1 の変形例に係る位相誤差補正回路 1 8 は、フレームを連続的に受信しない場合に使用でき、本実施形態に係る位相誤差補正回路 1 と同様の効果を奏する。

#### 【0 0 7 9】

また、本実施形態に係る位相誤差補正回路 1 では、検波信号 1 1 1 は Q P S K 方式の変調信号を遅延検波した信号であると仮定したが、検波信号 1 1 1 は他の方式で変調されていてもよい。例えば、検波信号 1 1 1 に適用される変調方式は、8 相 P S K (Phase Shift Keying) などの多値位相変調や、Q A M (Quadrature Amplitude Modulation) などの多値振幅位相変調などであってもよい。図 1 9 は、本実施形態の第 2 の変形例に係る位相誤差補正回路 1 9 の構成を示すブロック図である。位相誤差補正回路 1 9 は、本実施形態に係る位相誤差補正回路 1 において、交番検出部 1 0 1 および補正值算出部 1 0 2 の前段に、検波信号 1 9 1 1 の位相を 4 5 度回転させる 4 5 度回転部 1 9 0 0 を追加したものである。4 5 度回転部 1 9 0 0 から出力された回転検波信号 1 9 1 2 は補正值算出部 1 0 2 に入力され、回転検波信号 1 9 1 2 の符号ビット 1 9 1 3 は交番検出部 1 0 1 に入力される。この第 2 の変形例に係る位相誤差補正回路 1 9 は、検波信号 1 9 1 1 が  $\pi/4$  シフト Q P S K 方式などで変調されている場合に使用でき、本実施形態に係る位相誤差補正回路 1 と同様の効果を奏する。

#### 【0 0 8 0】

(UW部のデータパターンについて)

交番検出部 1 0 1 が UW 部のデータパターンを所定長のシンボル交番であると誤判定する理由、UW 部のデータパターンと補正廻り回数との関係、および、誤判定を防止する UW 部のデータパターンの好適な選び方について説明する。

#### 【0 0 8 1】

まず、UW 部のデータパターンが雑音などの影響を受けて変化し、交番検出部 1 0 1 が誤ってシンボル交番検出信号 1 1 3 を出力する理由について説明する。上述したように、P R 部のデータパターンとしては、連続するシンボル間の位相差が互いに 1 8 0 度ずつ異なるデータパターンが使用される。以下では、一例と

して、図 20 に示すように、PR 部のコンスタレーションが 0 度および 180 度であり、検波信号 111 は QPSK 方式の変調信号を遅延検波した信号であるとする。また、図 21 に示すように、0 度、90 度、180 度および 270 度の各位置に、2 ビットのシンボルデータ「00」、「01」、「11」および「10」が、それぞれ割り当てられているとする。加えて、説明を明確にするため、検波信号には位相ずれが発生しておらず、雑音も全く付加されていないものとする。

#### 【0082】

交番検出部 101 は、検波信号 111 の符号ビット 112 に基づき、シンボル交番を判定する。より詳細には、交番検出部 101 は、検波信号 111 に含まれる各シンボルを図 20 に示す I Q 座標系に配置したときに、シンボルが Q 軸の右側の領域（以下、正の領域という）にあるか、左側の領域（以下、負の領域という）にあるかを判定している。ところが、シンボルデータが「01」または「10」である場合、これらの信号は Q 軸上に位置する。したがって、交番検出部 101 は、これらのシンボルの符号を正しく判別できずに、「正の領域」または「負の領域」に相当する信号であると誤判定してしまう。

#### 【0083】

一方、PR 部にはシンボル交番するデータパターンが設定され、シンボルデータとして見た場合には、「00」と「11」とが交互に連続するパターンに相当する。符号誤りが発生するためのしきい値は大きいので、「00」を「11」と誤判定する確率も、「11」を「00」と誤判定する確率も低い。すなわち、PR 部の受信中に、交番検出部 101 が正の領域にある信号を負の領域にあると誤判定する確率も、負の領域にある信号を正の領域にあると誤判定する確率も低い。したがって、ほとんどの場合、PR 部の受信中は、交番検出部 101 はシンボル交番を正しく検出し、補正值算出部 102 は正しい補正值を算出する。なお、仮に「00」を「11」と、または、「11」を「00」と誤判定した場合でも、連続する 2 つのシンボル間の符号が同一となるので、交番検出部 101 は所定長の連続したシンボル交番を検出できず、補正值算出部 102 が補正值を算出することはない。

## 【0 0 8 4】

UW部では、一般にPR部とは異なるデータパターンが使用される。このため、交番検出部101が、「01」を「00」または「11」と、「10」を「00」または「11」と誤判定し、UW部のデータパターンをシンボル交番であると判断する場合が起こり得る。例えば、UW部のデータパターンとして、長さが31ビットのPN (Pseudo Noise) 符号の1つで、生成多項式が $1 + X + X^2 + X^3 + X^5$ で表される「1100010101101000011001001111101」（以下、パターンP1という）を用いた場合について説明する。また、以下では、交番検出部101は、シンボル交番を8シンボルに亘って検出したときに（すなわち、シンボル交番を7回連続して検出したときに）、シンボル交番検出信号113を出力するものとする。

## 【0 0 8 5】

パターンP1をコンスタレーションに配置した場合の様子を検討するため、パターンP1を上位ビットから順に2ビットずつ区切ってシンボルデータとして表すと、図22（a）のようになる。ただし、図22（a）の最後のシンボルデータに含まれている記号「-」は、UW部の後に続くデータ部の先頭の1ビットに対応し、「0」または「1」のどちらにもなり得る値を表すものとする。上述したように、「01」は「00」または「11」と、「10」は「00」または「11」と誤判定される場合が起こり得る。そこで、「01」と「10」のシンボルデータを、誤判定によって「00」または「11」のどちらにもなり得るデータシンボルと考え、ワイルドカード「\*\*」と表す。このように考えた場合、上記第1のパターンは、図22（b）のように表される。

## 【0 0 8 6】

図22（b）では、3番目から7番目までのシンボルデータは、いずれもワイルドカード「\*\*」である。よって、交番検出部101が、3番目、5番目および7番目のシンボルデータを「11」と、4番目および6番目のデータを「00」と誤判定した場合、1番目から8番目までのシンボルデータにおいて、8シンボルに亘るシンボル交番が発生する。この場合、交番検出部101はシンボル交番検出信号113を出力し、補正值算出部102は1番目から8番目までのシン

ボルデータについて補正值 1 1 5 を算出し、補正值決定部 1 0 3 では補正值記憶部 1 3 0 1 にその補正值が記憶される。このため、補正值遡り回数 1 3 1 1 の値によっては、UW部の 1 番目から 8 番目までのシンボルデータについて誤って算出された補正值が、実効補正值 1 1 8 として選択され、位相回転部 1 0 4 で誤った位相補正が行われる場合がある。

#### 【0 0 8 7】

パターン P 1 について言えば、誤検出により 8 シンボルに亘るシンボル交番が発生する場合は、上記の例を含めて、以下の 6 とおりある。

- (a) 1 番目から 8 番目まで「11 00 \*\* \*\* \*\* \*\* 00」
- (b) 2 番目から 9 番目まで「00 \*\* \*\* \*\* \*\* 00 \*\*」
- (c) 3 番目から 1 0 番目まで「\*\* \*\* \*\* \*\* 00 \*\* \*\*」
- (d) 4 番目から 1 1 番目まで「\*\* \*\* \*\* \*\* 00 \*\* \*\* \*\*」
- (e) 5 番目から 1 2 番目まで「\*\* \*\* \*\* 00 \*\* \*\* \*\* 00」
- (f) 6 番目から 1 3 番目まで「\*\* \*\* 00 \*\* \*\* \*\* 00 11」

また、UW部の直前に配置された P R 部のデータパターンを考慮して、UW部における誤検出により、P R 部と UW 部とに跨って 8 シンボルに亘るシンボル交番が発生する場合の数は、上記の 6 とおりとは別に 7 とおりある。したがって、パターン P 1 を UW 部のデータパターンとして用いた場合には、合計 1 3 とおりの場合について、8 シンボルに亘るシンボル交番が検出され、誤った補正值が算出される場合がある。

#### 【0 0 8 8】

このような連続したシンボル交番の誤検出を避けるためには、UW部のデータパターンにおいてシンボルデータの誤検出が起きた場合にも、所定の回数だけ連続してシンボル交番が検出されないようなデータパターンを予め選んでおけばよい。例えば、パターン P 1 と同じく、長さが 3 1 ビットの P N 符号の 1 つで、生成多項式が  $1 + X^3 + X^5$  で表される「1111000110111010100001001011001」（以下、パターン P 2 という）を用いた場合について説明する。パターン P 1 の場合と同様に、パターン P 2 を先頭から 2 ビットずつ区切ってシンボルデータとして表すと、図 2 2 (c) のようになる。また、図 2 2 (c) において、「1 0」

と「01」とをワイルドカード「\*\*」で表すと、図22(d)のようになる。パターンP2について言えば、誤検出により8シンボルに亘るシンボル交番が発生するのは、4番目および8番目のシンボルデータが「11」と、5番目、7番目および9番目のシンボルデータが「00」と誤判定される場合の1とおりに限られる。したがって、パターンP1とパターンP2とを比較した場合、交番検出部101がシンボル交番を誤検出する確率は、パターンP2のほうが低い。したがって、UW部のデータパターンとしては、パターンP1よりもパターンP2のほうが優れている。

#### 【0089】

このように、UW部には、交番検出部101がシンボルデータを誤判定しても、所定数の連続したシンボル交番が発生しないようなデータパターンを使用することが好ましい。ところが、実際にUW部に使用されるデータパターンは、いくつかのシンボルデータが誤判定されると、所定数の連続したシンボル交番が生じる場合が多い。そこで、交番検出部101が連続した所定数のシンボル交番を誤検出する可能性が1フレームにつき $N_{err}$ 回( $N_{err}$ は1以上の整数)あるときには、補正值遡り回数1311を $N_{err}$ 回に予め設定しておくこととする。これにより、PR部以外の部分で誤って算出された補正值を用いて、検波信号111に対して位相補正が行われるのを防止することができる。例えば、パターンP2を用いた場合、交番検出部101は連続した所定数のシンボル交番を1フレームにつき1回だけ誤検出することがあるので、補正值遡り回数1311を1に設定しておけばよい。

#### 【0090】

補正值遡り回数1311には、以下の2つの理由により、できるだけ小さい値を設定することが好ましい。第1の理由は、補正值遡り回数1311の値が大きいほど、検波信号111の特性が安定していない、PR部の先頭に近い部分で算出された補正值が実効補正值118として選択されるからである。第2の理由は、補正值遡り回数1311の値が大きいほど、補正值記憶部1301の回路規模が大きくなるからである。

#### 【0091】

以上の説明では、検波信号 111 が QPSK 方式の変調信号を遅延検波した信号であるとしたが、検波信号 111 が 3 値以上の多値変調方式で変調されている場合についても、UW 部のデータパターンに関して同様の検討を行うことができる。一例として、検波信号 111 が 8 相 PSK 方式の変調信号を遅延検波した信号である場合について説明する。図 23 は、8 相 PSK 方式のコンスタレーションを示す図である。図 23 に示すように 8 つのシンボルデータを I Q 座標系に配置した場合、Q 軸上にある「011」および「101」に加えて、Q 軸から ±45 度の範囲内にある「001」、「010」、「111」および「100」をワイルドカードと考える。その上で QPSK 方式の場合と同様の手法を用いることにより、8 相 PSK 方式についても、交番検出部 101 が UW 部に含まれるいくつかのシンボルで誤判定を行っても、連続した所定長のシンボル交番を検出しない、好適な UW 部のデータパターンを求めることができる。このように 3 値以上の多値変調方式についても、Q 軸から所定の角度以内にある信号点をワイルドカードと考えると、QPSK 方式の場合と同様の手法を適用することにより、好適な UW 部のデータパターンを求めることができる。

#### 【0092】

(第 2 の実施形態)

図 24 は、本発明の第 2 の実施形態に係る位相誤差補正回路 24 の構成を示すブロック図である。図 24 に示す位相誤差補正回路 24 は、遅延部 2400、交番検出部 2401、補正值算出部 2402、補正值決定部 2403、位相回転部 104、UW 検出部 105、および、フレーム終端検出部 106 を備える。位相誤差補正回路 24 は、図 2 に示す受信装置 2 に内蔵して使用される点、図 3 に示すフレーム構造を有する検波信号 111 が入力される点、および、検波信号 111 の PR 部はシンボル交番する点で、第 1 の実施形態に係る位相誤差補正回路 1 と共通する。本実施形態の構成要素のうち、第 1 の実施形態と同一の構成要素については、同一の参照番号を付して、説明を省略する。

#### 【0093】

位相誤差補正回路 24 は、補正值算出部 2402 に入力される検波信号を位相回転部に入力される検波信号に対して所定量だけ遅延させて、PR 部に対して補



正量が算出されている間に、UW部が検出されるようにすることを特徴とする。これにより、UW部について誤って算出された補正值が位相回転部104で使用されることを防止することができる。また、位相誤差補正回路24によれば、第1の実施形態に係る位相誤差補正回路1のように、複数の補正值を記憶して、過去に算出した補正值を遡って使用する必要がなくなる。

#### 【0094】

以下、第1の実施形態との相異点を中心に、遅延部2400、交番検出部2401、補正值算出部2402、および、補正值決定部2403の詳細を説明する。遅延部2400は、図24に示すように、交番検出部101および補正值算出部2402の前段に設けられる。遅延部2400は、検波信号111を所定の時間（以下、DLTAとする）だけ遅延させて、遅延させた検波信号2411を出力する。遅延させた検波信号2411は補正值算出部2402に入力され、遅延させた検波信号2411の符号ビット2412は交番検出部2401に入力される。

#### 【0095】

交番検出部2401は、第1の実施形態に係る交番検出部101と同様に、シンボル交番を数えるカウンタを内蔵し、交番検出信号113と補正值算出信号2413とを出力する。ただし、交番検出部2401は、カウンタ値が $(N-1)$ である状態で、さらにシンボル交番を検出した場合には、カウンタ値を更新しない。これにより、交番検出部2401は、所定値Nを超えたシンボル交番を検出したときには、その超えた分について1シンボルごとに補正值算出信号2413を出力する。

#### 【0096】

図25は、補正值算出部2402の詳細な構成を示すブロック図である。補正值算出部2402は、位相反転部2501、スライディング積分部2502、平均ベクトル位相反転部2503、および、補正值判定部2504を含む。このうち、位相反転部2501は、第1の実施形態に係る補正值算出部102に含まれていたものと同じであり、平均ベクトル位相反転部2503、および、補正值判定部2504は、処理を行う頻度が異なる点を除いて、第1の実施形態に係る補

正值算出部 1 0 2 に含まれていたものと同じである。

#### 【0 0 9 7】

スライディング積分部 2 5 0 2 は、交番検出信号 1 1 3 が有効である間、位相反転部 6 0 1 から出力された信号をスライディング積分することにより、第 1 の平均ベクトル 2 5 1 1 を求める。ここで、スライディング積分とは、入力信号がシンボルごとに順次入力される場合において、複数の加算器を用いて、連続した所定数のシンボルの和を、先頭となるシンボルを 1 シンボルずつずらしながら並列に求める処理をいう。例えば、上記所定数を 1 0 とした場合、スライディング積分により、第 1 から第 1 0 までのシンボルの和、第 2 から第 1 1 までのシンボルの和、第 3 から第 1 2 までのシンボルの和などが順次算出される。このようなスライディング積分部 2 5 0 2 によれば、1 シンボル時間につき 1 つの割合で、位相反転部 6 0 1 から出力された信号の平均値を求めることができる。

#### 【0 0 9 8】

図 2 6 は、補正值決定部 2 4 0 3 の詳細な構成を示すブロック図である。補正值決定部 2 4 0 3 は、補正值保持部 2 6 0 3、タイミング調整部 2 6 0 4、データ部受信信号生成部 2 6 0 5、および、論理ゲート 2 6 0 6 を含む。補正值決定部 2 4 0 3 は、第 1 の実施形態に係る補正值決定部 1 0 3 から、補正值記憶部 1 3 0 1 と補正值選択部 1 3 0 2 とを削除したものである。補正值保持部 2 6 0 3 は、更新信号 2 6 1 3 が有効となったときに、補正值算出部 2 4 0 2 から出力された補正值 2 4 1 4 を取り込んで実効補正值 2 4 1 5 として保持する。それ以外の点では、補正值決定部 2 4 0 3 の動作および動作タイミングは、第 1 の実施形態に係る補正值決定部 1 0 3 と同じであるので、その説明を省略する。

#### 【0 0 9 9】

図 2 7 を参照して、位相誤差補正回路 2 4 の動作を説明する。図 2 7 は、位相反転部 6 0 1 に入力される検波信号 1 1 1 と実効補正值 1 1 8 との時間的な関係を示す図である。位相誤差補正回路 2 4 では、遅延部 2 4 0 0 の作用により、補正值算出部 2 4 0 2 に入力される遅延させた検波信号 2 4 1 1 は、位相回転部 1 0 4 に入力される検波信号 1 1 1 に比べて、時間 D L Y A だけ遅延する。また、補正值算出部 2 4 0 2 および補正值決定部 2 4 0 3 では、補正值 1 1 5 を算出し

て実効補正值 118 を決定するために、処理時間 DLYB が必要とされとする。このため、位相回転部 104 に対して入力される検波信号 111 と実効補正值 118 との間には、DLYA と DLYB との和（以下、時間 DLYC という）だけの時間差が生じる。

#### 【0100】

そこで、遅延部 2400 における遅延時間 DLYA として、補正值算出部 2402 が PR 部について補正值を算出している間に、UW 検出部 105 が UW 検出信号 116 を出力するような値を選択することとする。より好ましくは、遅延時間 DLYA として、補正值算出部 2402 が PR 部の終端部分について補正值を算出している間に、UW 検出部 105 が UW 検出信号 116 を出力するような値を選択するのがよい。さらに好ましくは、遅延時間 DLYA として、補正值算出部 2402 が PR 部の末尾について補正值を算出し終えたときに、UW 検出部 105 が UW 検出信号 116 を出力するような値を選択するのがよい。

#### 【0101】

補正值決定部 2403 は、第 1 の実施形態に係る補正值決定部 103 と同様に、UW 検出部 105 が UW 検出信号 116 を出力したときに、実効補正值 2415 を更新する。したがって、上記のように遅延時間 DLYA を選択することにより、補正值決定部 2403 は、実効補正值 2415 として、PR 部について算出された補正值、PR 部の後方部分について算出された補正值、あるいは、PR 部の末尾について算出された補正值を取り込んで保持する。このため、UW 部のデータパターンに関わらず、PR 部のみにについて算出された補正值を用いて、検波信号 111 の位相誤差を正しく補正することができる。

#### 【0102】

位相誤差補正回路 24 においては、遅延部 2400 を交番検出部 2401 および補正值算出部 2402 の前段に設けることとしたが、位相回転部 104 に入力される検波信号 111 と実効補正值 118 との間に所定の時間差を設けることができる限り、遅延部 2400 を、図 24 に示すブロック図のいずれの箇所に設けてもよい。例えば、遅延部 2400 を補正值決定部 2403 と位相回転部 104 との間に設けてもよい。

**【0103】**

また、位相誤差補正回路24は、補正值算出部2402でスライディング積分を行う点で、補正值算出部102で累積加算を行う第1の実施形態に係る位相誤差補正回路1と相異なる。補正值算出部2402は、交番検出部2401において所定値Nを超えたシンボル交番が検出されたときには、その超えた部分については1シンボルごとに補正值115を出力する。したがって、遅延時間DLYAを好適に設定することにより、UW検出信号116が出力されたタイミングで、UW部の直前のシンボル交番で算出された補正值を実効補正值118として保持し、これを用いて位相回転処理を行うことができる。

**【0104】**

以上に示すように、本実施形態に係る位相誤差補正回路では、UW部が検出されたときには、PR部から求めた位相補正值が必ず保持されるので、保持された位相補正值を用いて検波信号に対する位相補正を行うことにより、高い精度で位相補正を行うことができる。また、補正值決定部を好適に構成すれば、検波信号の特性が安定したPR部の後方部分あるいは末尾部分から求めた位相補正值を用いて、入力信号に対する位相補正を行うこともできる。これにより、位相補正の精度をさらに高めることができる。

**【0105】**

なお、本実施形態についても、第1の実施形態と同様に、フレーム終端検出部106を備えない第1の変形例、遅延部2400の前段または後段に45度回転部1900を追加した第2の変形例を構成することができる。

**【0106】**

(第3の実施形態)

図28は、本発明の第3の実施形態に係る受信装置28の構成を示すブロック図である。図28に示す受信装置28は、検波部201、クロック再生部2801、および、位相誤差補正回路2802を備える。受信装置28は、位相誤差補正回路2802がその前段に配置されたクロック再生部2801に位相誤差の大小を示す位相誤差情報を供給し、クロック再生部2801が供給された位相誤差情報に基づきシンボルクロックを再生することを特徴とする。

## 【0107】

一般に、受信装置において受信信号の位相ずれが大きい場合には、再生されたシンボルクロックが不安定になり、これに伴い復調特性が劣化する。この復調特性の劣化を防止するためには、位相誤差補正回路で求めた位相誤差情報に基づき、零クロスを判定する軸（以下、零クロス判定軸という）を切り替えながらシンボルクロックを再生すればよい。これにより、周波数の補償範囲を拡大することができる。以下、この原理に基づき構成された受信装置 28 の詳細を説明する。

## 【0108】

図 28 において、検波部 201 は、第 1 の実施形態で述べた受信装置 2 に含まれていたものと同じである。クロック再生部 2801 は、検波出力 212 に基づき、検波信号 111 とシンボルクロック 2811 とを出力する。この際、クロック再生部 2801 は、位相誤差補正回路 2802 から供給された実効位相誤差情報 2812 に基づき、零クロス判定軸を切り替えながらシンボルクロック 2811 を再生する。クロック再生部 2801 から出力された検波信号 111 とシンボルクロック 2811 とは、位相誤差補正回路 2802 に入力される。位相誤差補正回路 2802 は、シンボルクロック 2811 を用いて検波信号 111 の位相ずれを補正し、補正検波信号 119 を出力する。この際、位相誤差補正回路 2802 は、クロック再生部 2801 に対して、位相誤差の大小を示す実効位相誤差情報 2812 を出力する。

## 【0109】

図 29 は、位相誤差補正回路 2802 の詳細な構成を示すブロック図である。位相誤差補正回路 2802 は、第 1 の実施形態に係る位相誤差補正回路 1 に、位相誤差情報決定部 2901 を追加したものである。位相誤差情報決定部 2901 は、補正值算出部 102 から出力された第 2 の平均ベクトル 612 を位相誤差情報として時系列に従って記憶し、UW 検出信号 116 とフレーム終端検出信号 117 とによって定まるタイミングで、実効位相誤差情報 2812 を出力する。位相誤差情報決定部 2901 以外の構成要素の動作は、第 1 の実施形態と同じであるので説明を省略する。なお、第 2 の実施形態に係る位相誤差補正回路 24 に、位相誤差情報決定部 2901 を追加することにより、同様の機能を有する位相誤

差補正回路を構成することもできる。

#### 【0110】

図30は、位相誤差情報決定部2901の詳細な構成を示すブロック図である。位相誤差情報決定部2901は、絶対値算出部3001、絶対値比較部3002、位相誤差情報記憶部3003、位相誤差情報選択部3004、位相誤差情報保持部3005、タイミング調整部3006、データ部受信信号生成部3007、および、論理ゲート3008を含む。絶対値算出部3001は、第2の平均ベクトル612のI軸成分の絶対値3011とQ軸成分の絶対値3012とを算出する。絶対値比較部3002は、2つの絶対値3011、3012の比に基づき、第2の平均ベクトル612の位相角が45度付近であるか否かを判定し、その結果を示す45度判定信号3013を出力する。

#### 【0111】

位相誤差情報記憶部3003は、絶対値比較部3002から出力された45度判定信号3013を位相誤差情報として扱い、時系列に従って最新の(L+1)個の位相誤差情報を記憶する。位相誤差情報選択部3004は、位相誤差情報記憶部3003に記憶された(L+1)個の位相誤差情報のうちから、補正值遡り回数3014で指定された、過去に遡った位相誤差情報を選択して出力する。タイミング調整部3006、データ部受信信号生成部3007、および、論理ゲート3008は、第1の実施形態に係る補正值決定部103に含まれている各構成要素と同様に動作する。位相誤差情報保持部3005は、更新信号3016が入力されたときに、位相誤差情報選択部3004で選択された位相誤差情報を取り込んで保持する。位相誤差情報保持部3005で保持された位相誤差情報は、実効位相誤差情報2812としてクロック再生部2801に供給される。位相誤差情報決定部2901の入出力信号と内部信号とが変化するタイミングは、図14と同じである。

#### 【0112】

図31は、クロック再生部2801の詳細な構成を示すブロック図である。クロック再生部2801は、45度回転部3101、判定軸選択部3102、および、シンボルクロック再生部3103を含む。45度回転部3101は、検波出

力 212 の位相を 45 度回転させる。判定軸選択部 3102 は、位相誤差情報決定部 2901 から供給された実効位相誤差情報 2812 に基づき、検波出力 212、または、45 度回転部 3101 を通過した検波出力のいずれかを選択して出力する。シンボルクロック再生部 3103 は、判定軸選択部 3102 で選択された検波出力に基づきクロック信号を再生する。再生されたクロック信号は、シンボルクロック 2811 として、位相誤差補正回路 2802 に対して出力される。

#### 【0113】

クロック再生部 2801 の動作について説明する。図 32 は、一般的なシンボルクロックの再生方法を示す図である。一般に、クロック再生部は、アイパターンの零クロスポイントを検出し、検出した零クロスポイントに基づき識別点を判定し、各識別点で 1 つのクロックパルス（あるいは、1 つの立ち上がりまたは立ち下がりエッジ）を生成する。隣接シンボル間で位相が 180 度反転するデータパターンを PR 部として使用する場合、コンスタレーションパターン上では、位相ずれ量に関わらず、検波出力 212 の I 軸成分または Q 軸成分のうちいずれか一方は、シンボルごとに必ず零クロスする。しかし、UW 部またはデータ部を受信中は、位相ずれ量とデータパターンの組合せによっては、零クロスが生じない場合がある。したがって、UW 部またはデータ部の受信中は、位相ずれ量に応じて、零クロス判定軸を切り替えた上で、零クロスを検出する必要がある。

#### 【0114】

図 33 は、位相ずれが生じていない場合の検波信号 111 のコンスタレーションパターンを示す図である。検波信号 111 のシンボルは、雑音などによる変動がない場合には、図 33 に示すように、I 軸または Q 軸上に位置する。したがって、図 34 に示すように、I 軸および Q 軸を 45 度回転させた座標軸（以下、それぞれ A 軸、B 軸という）を用いて零クロス判定を行えば、各シンボルごとに必ず零クロスを検出することができる。

#### 【0115】

しかし、検波信号 111 に位相ずれが生じた場合には、A 軸および B 軸を用いて零クロスを検出すると、データによっては零クロスが生じない場合がある。零クロスを検出できないと、生成されたシンボルクロックの追従性が劣化し、復調

誤りの原因となる。ここで例えば、位相ずれが45度である場合を考えると、A軸およびB軸をさらに45度回転させた座標軸（以下、それぞれA'軸、B'軸という）を用いて零クロス判定を行えば、各シンボルごとに必ず零クロスを検出することができる。図35は、検波信号111の位相ずれが45度である場合の検波出力のコンスタレーションパターンと零クロス判定軸を示す図である。

#### 【0116】

以上のことから、位相ずれが0度に近い場合はA軸およびB軸を、位相ずれが45度に近い場合はA'軸およびB'軸を零クロス判定軸として選択し、選択した零クロス判定軸を用いて零クロス判定を行えば、零クロスを安定的に検出することができる。

#### 【0117】

受信装置28では、補正值決定部103において、補正值のI軸成分とQ軸成分との長さの比に基づき、算出された補正值がどの範囲にあるかが判断されている。したがって、補正值決定部103における判断結果をクロック再生部2801に供給することにより、クロック再生部2801で再生されるシンボルクロック2811を安定化させることができる。

#### 【0118】

図36および図37に示すように、I-Q座標系に、位相ずれ0度領域Pと位相ずれ45度領域P'とを設定する。図36および図37は、それぞれ、2つの領域の詳細および全体を示したものである。図36に示す角度は、 $\tan^{-1}(1/2) = 26.6$ 度から導かれたものである。位相ずれ0度領域Pは、位相ずれが0度に近いと判断される領域である。位相ずれ0度領域Pに含まれているシンボルに対しては、A軸およびB軸を用いた零クロス判定を行えばよい。これに対して、位相ずれ45度領域P'は、位相ずれが45度に近いと判断される領域である。位相ずれ45度領域に含まれているシンボルに対しては、A'軸およびB'軸を用いた零クロス判定を行えばよい。

#### 【0119】

あるシンボルが位相ずれ0度領域または位相ずれ45度領域のいずれに含まれるかは、以下のようにして判定できる。補正值のI軸成分の絶対値をX、補正值



のQ軸成分の絶対値をYとしたときに、XとYが次式(4)を満たす場合には、シンボルは、近似的に位相ずれ0度領域Pに含まれると判定できる。また、XとYとが次式(5)を満たす場合、シンボルは、近似的に位相ずれ45度領域P'に含まれると判断できる。

$$X - 2Y > 0 \quad \text{または、} \quad 2X - Y < 0 \quad \cdots (4)$$

$$X - 2Y < 0 \quad \text{かつ、} \quad 2X - Y > 0 \quad \cdots (5)$$

#### 【0120】

絶対値比較部3002は、絶対値算出部3001から出力された2つの絶対値3011、3012が、式(4)または(5)のいずれを満たすかを判断する。絶対値比較部3002は、式(4)が満たされた場合には、45度判定信号3013の値を例えば0とし、式(5)が満たされた場合には、45度判定信号3013の値を例えば1とする。45度判定信号3013は、位相誤差情報記憶部3003、位相誤差情報選択部3004、および、位相誤差情報保持部3005を経て、最終的には実効位相誤差情報2812として、判定軸選択部3102に入力される。判定軸選択部3102は、実効位相誤差情報2812が0であるときは、A軸とB軸とを零クロス判定軸として選択する。また、判定軸選択部3102は、実効位相誤差情報2812が1であるときは、A'軸とB'軸とを零クロス判定軸として選択する。このようにして、クロック再生部2801は、位相誤差補正回路2802から出力された実効位相誤差情報2812に基づき、零クロス判定軸を切り替えてシンボルクロックを再生する。

#### 【0121】

絶対値比較部3002は、第2の平均ベクトル612の位相角を算出し、算出した位相角に基づき、45度判定信号3013を求めてもよい。また、絶対値比較部3002は、第2のベクトルのI軸成分とQ軸成分の長さの比に基づき、45度判定信号3013を求めてもよい。特に、式(4)および(5)に含まれる2倍する乗算は、ビットシフト処理で行えるので、式(4)および(5)に示す演算は、位相角を算出することなく、ビットシフト処理と加算処理とにより簡単に行うことができる。

#### 【0122】

以上に示すように、本実施形態に係る受信装置では、位相誤差補正回路からクロック生成部に対して位相誤差の大小を示す位相誤差情報を供給し、クロック生成部では位相誤差情報に基づきシンボルクロックを再生する。これにより、位相ずれが大きい場合にも、安定したシンボルクロックを得ることができるので、復調特性が向上する。

#### 【0123】

(第4の実施形態)

図38は、本発明の第4の実施形態に係る受信装置38の構成を示すブロック図である。図38に示す受信装置38は、検波部201、位相誤差補正回路3801、および、クロック再生部3802を備える。受信装置38は、位相誤差補正回路3801がクロック再生部3802の前段に配置され、検波部201から出力された検波出力212に対して各サンプルごとに位相補正を行うことを特徴とする。

#### 【0124】

位相誤差補正回路3801は、クロック再生部3802で再生されたシンボルクロック3812に基づき検波出力212に対して識別点判定を行い、識別点判定された検波出力に対する補正値を算出した上で、算出した補正値を用いて、検波出力212の位相ずれを各サンプルごとに補正する。図39は、位相誤差補正回路3801の構成を示すブロック図である。位相誤差補正回路3801は、第1の実施形態に係る位相誤差補正回路1にシンボル判定部3901を追加したものである。以下、位相誤差補正回路3801と、第1の実施形態に係る位相誤差補正回路1との相違点について説明する。

#### 【0125】

シンボル判定部3901には、検波部201から出力された検波出力212と、クロック再生部3802で再生されたシンボルクロック3812とが入力される。シンボル判定部3901は、図32で示したように、シンボルクロック3812に基づきアイパターンが開いた点を識別し、検波信号111を出力する。UW検出部105とフレーム終端検出部106とには、クロック再生部3802から出力された、識別判定された補正検波信号3813が入力される。UW検出部

105は、補正検波信号3813にUW部が含まれていることを検出したときに、UW検出信号116を出力する。フレーム終端検出部106は、補正検波信号3813にフレームの終端部分が含まれていることを検出したときに、フレーム終端検出信号117を出力する。交番検出部101、補正值算出部102、および、補正值決定部103は、第1の実施形態に係る位相誤差補正回路1に含まれている各構成要素と同様に動作する。したがって、第1の実施形態と同様に、検波信号111に基づき、実効補正值118が算出される。位相回転部104は、補正值決定部103から出力された実効補正值118を用いて、検波出力212の各サンプルについて位相回転処理を行う。位相回転部104から出力された信号は、補正検波出力3811としてクロック再生部3802に供給される。

#### 【0126】

第1ないし第3の実施形態では、位相誤差補正回路には検波信号111が入力されるので、位相回転部104は、シンボルクロックの周期で、式(1)および(2)に示す位相回転処理を行う。これに対して、本実施形態では、位相誤差補正回路3801には検波出力212が入力されるので、位相回転部104は、各サンプルについて位相回転処理を行う必要がある。その一方で、本実施形態によれば、クロック再生部3802には既に位相ずれが補正された信号が入力されるので、クロック再生部3802は、第3の実施形態で示したような、実効位相誤差情報に基づく零クロス判定軸の切り替えを行う必要がなくなる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の第1の実施形態に係る位相誤差補正回路の構成を示すブロック図である。

##### 【図2】

図1に示す位相誤差補正回路を含む受信装置の構成を示すブロック図である。

##### 【図3】

図1に示す位相誤差補正回路に入力される検波信号のフレーム構造を示す図である。

##### 【図4】

図 1 に示す位相誤差補正回路に入力される検波信号の、P R 部におけるコンスタレーションパターンを示す図である。

【図 5】

図 1 に示す位相誤差補正回路に含まれる交番検出部の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 6】

図 1 に示す位相誤差補正回路に含まれる補正值算出部の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 7】

図 1 に示す位相誤差補正回路に含まれる平均化部の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 8】

図 1 に示す位相誤差補正回路に P R 部が入力されたときのシンボル反転タイミングを示す図である。

【図 9】

図 1 に示す位相誤差補正回路に含まれる位相反転部の作用により、シンボルが I Q 座標系において特定の象限に集められる様子を示す図である。

【図 10】

図 1 に示す位相誤差補正回路に含まれる平均ベクトル位相反転部の作用により、シンボルが I Q 座標系において第 1 または第 4 象限に移動する様子を示す図である。

【図 11】

図 1 に示す位相誤差補正回路に含まれる補正值判定部の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 12】

図 1 に示す位相誤差補正回路において算出される第 2 のベクトルが有効であると判断される領域の一例を示す図である。

【図 13】

図 1 に示す位相誤差補正回路に含まれる補正值決定部の詳細な構成を示すブ

ック図である。

【図 1 4】

図 1 に示す位相誤差補正回路に含まれる補正值決定部の入出力信号と内部信号とが変化する様子を示すタイミングチャートである。

【図 1 5】

図 1 に示す位相誤差補正回路において、P R 部の終端付近で補正值が算出される様子を示す図である。

【図 1 6】

図 1 に示す位相誤差補正回路において、フレームが連続して受信される場合の、フレームの終端で補正值が算出される様子を示す図である。

【図 1 7】

図 1 に示す位相誤差補正回路において、アパーチャ区間信号が変化する様子を示すタイミングチャートである。

【図 1 8】

本発明の第 1 の実施形態の第 1 の変形例に係る位相誤差補正回路の構成を示すブロック図である。

【図 1 9】

本発明の第 1 の実施形態の第 2 の変形例に係る位相誤差補正回路の構成を示すブロック図である。

【図 2 0】

図 1 に示す位相誤差補正回路に入力される検波信号の、P R 部におけるコンスタレーションパターンの一例を示す図である。

【図 2 1】

図 1 に示す位相誤差補正回路に入力される検波信号の、U W 部およびデータ部におけるコンスタレーションパターンの一例を示す図である。

【図 2 2】

図 1 に示す位相誤差補正回路で使用する U W 部のデータパターンを示す図である。

【図 2 3】

検波信号が 8 相 P S K 方式の変調信号を遅延検波した信号である場合のコンステレーションパターンの一例を示す図である。

【図 2 4】

本発明の第 2 の実施形態に係る位相誤差補正回路の構成を示すブロック図である。

【図 2 5】

図 2 4 に示す位相誤差補正回路に含まれる補正值算出部の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 2 6】

図 2 4 に示す位相誤差補正回路に含まれる補正值決定部の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 2 7】

図 2 4 に示す位相誤差補正回路における、検波信号と実効補正值との時間的な関係を示す図である。

【図 2 8】

本発明の第 3 の実施形態に係る受信装置の構成を示すブロック図である。

【図 2 9】

図 2 8 に示す受信装置に含まれる位相誤差補正回路の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 3 0】

図 2 8 に示す受信装置に含まれる位相誤差情報決定部の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 3 1】

図 2 8 に示す受信装置に含まれるクロック再生部の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 3 2】

一般的なシンボルクロックの再生方法を示す図である。

【図 3 3】

図 2 8 に示す受信装置において、位相ずれがない場合の検波信号のコンスタレ

ーションパターンを示す図である。

【図 3 4】

図 2 8 に示す受信装置において、位相ずれがない場合の零クロス判定軸を示す図である。

【図 3 5】

図 2 8 に示す受信装置において、位相ずれが 4 5 度である場合の検波出力のコンスタレーションパターンと零クロス判定軸を示す図である。

【図 3 6】

図 2 8 に示す受信装置において、位相ずれ 0 度領域と位相ずれ 4 5 度領域の詳細を示す図である。

【図 3 7】

図 2 8 に示す受信装置において、位相ずれ 0 度領域と位相ずれ 4 5 度領域の全体を示す図である。

【図 3 8】

本発明の第 4 の実施形態に係る受信装置の構成を示すブロック図である。

【図 3 9】

図 3 8 に示す受信装置に含まれる位相誤差補正回路の構成を示すブロック図である。

【図 4 0】

従来の復調装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1、18、19、24、2802、3801…位相誤差補正回路
- 2、28、38…受信装置
- 101、2401…交番検出部
- 102、2402…補正值算出部
- 103、2403…補正值決定部
- 104…位相回転部
- 105…UW検出部
- 106…フレーム終端検出部

1 1 0、2 8 1 1、3 8 1 2…シンボルクロック

1 1 1、1 9 1 1…検波信号

1 1 2、1 9 1 3、2 4 1 2…符号ビット

1 1 3…交番検出信号

1 1 4、2 4 1 3…補正值算出信号

1 1 5、2 4 1 4…補正值

1 1 6…UW検出信号

1 1 7…フレーム終端検出信号

1 1 8、2 4 1 5…実効補正值

1 1 9…補正検波信号

2 0 1…検波部

2 0 2、2 8 0 1、3 8 0 2…クロック再生部

2 1 1…受信信号

2 1 2…検波出力

5 0 1…シンボル交番検出部

5 0 2…シンボルカウンタ部

5 0 3…交番検出信号生成部

5 1 1…シンボル交番検出信号

5 1 2…カウンタ値

6 0 1、2 5 0 1…位相反転部

6 0 2…平均化部

6 0 3、2 5 0 3…平均ベクトル位相反転部

6 0 4、2 5 0 4…補正值判定部

6 1 1、2 5 1 1…第 1 の平均ベクトル

6 1 2、2 5 1 2…第 2 の平均ベクトル

7 0 1…シンボル加算器

7 0 2…シンボル遅延器

1 1 0 1、3 0 0 1…絶対値算出部

1 1 0 2、3 0 0 2…絶対値比較部



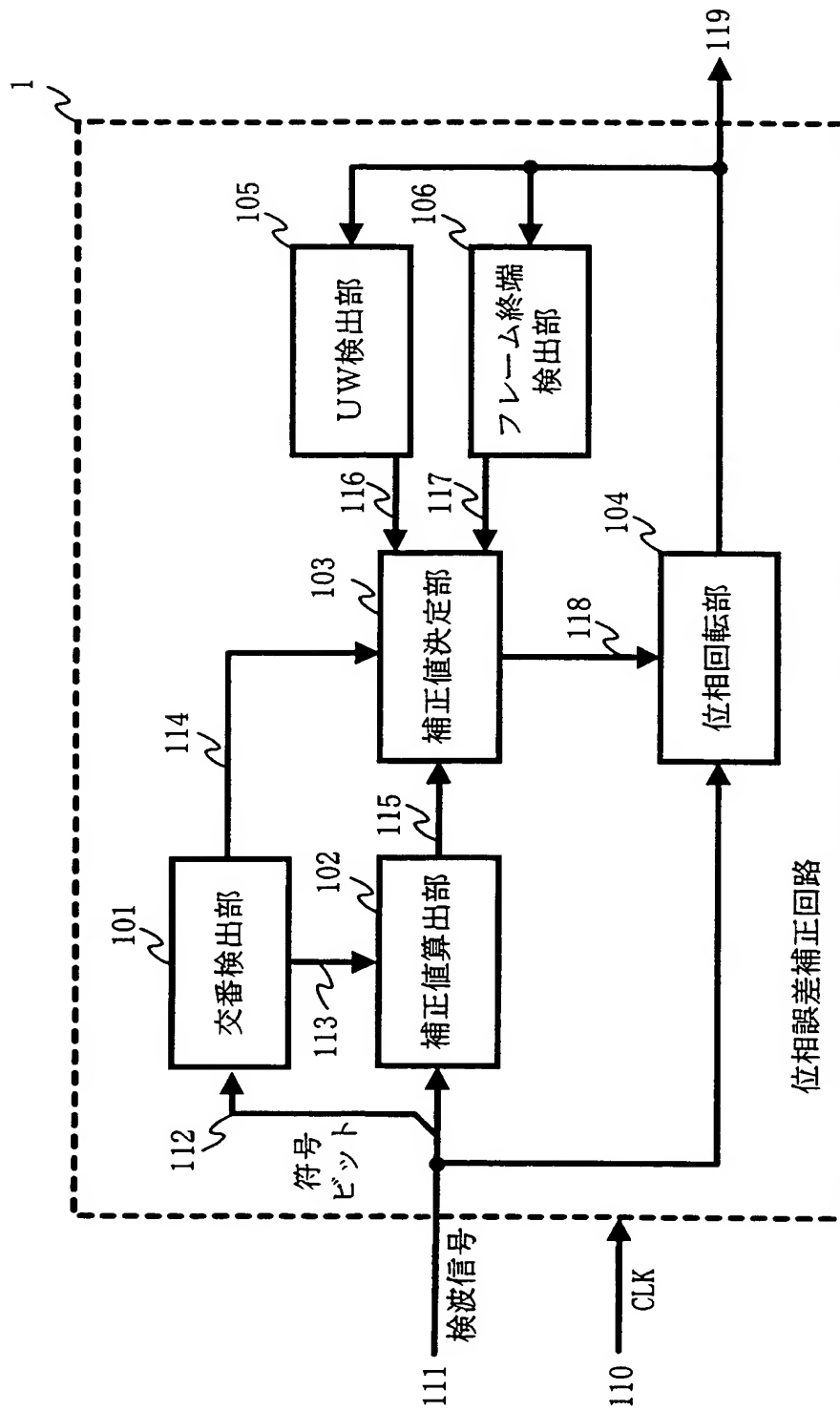
1 1 0 3 …選択部  
1 1 1 1、3 0 1 1 …I 軸成分の絶対値  
1 1 1 2、3 0 1 2 …Q 軸成分の絶対値  
1 1 1 3 …許可信号  
1 1 1 4 …不許可信号  
1 3 0 1 …補正值記憶部  
1 3 0 2 …補正值選択部  
1 3 0 3、2 6 0 3 …補正值保持部  
1 3 0 4、2 6 0 4、3 0 0 6 …タイミング調整部  
1 3 0 5、2 6 0 5、3 0 0 7 …データ部受信信号生成部  
1 3 0 6、2 6 0 6、3 0 0 8 …論理ゲート  
1 3 1 1、3 0 1 4 …補正值廻り回数  
1 3 1 2、2 6 1 2、3 0 1 5 …データ部受信信号  
1 3 1 3、2 6 1 3、3 0 1 6 …更新信号  
1 9 0 0 …4 5 度回転部  
1 9 1 2 …回転検波信号  
2 4 0 0 …遅延部  
2 4 1 1 …遅延させた検波信号  
2 5 0 2 …スライディング積分部  
2 8 1 2 …位相誤差情報  
2 9 0 1 …位相誤差情報決定部  
3 0 0 3 …位相誤差情報記憶部  
3 0 0 4 …位相誤差情報選択部  
3 0 0 5 …位相誤差情報保持部  
3 0 1 3 …4 5 度判定信号  
3 1 0 1 …4 5 度回転部  
3 1 0 2 …判定軸選択部  
3 1 0 3 …シンボルクロック再生部  
3 8 1 1 …補正検波出力

3 8 1 3 …補正検波信号

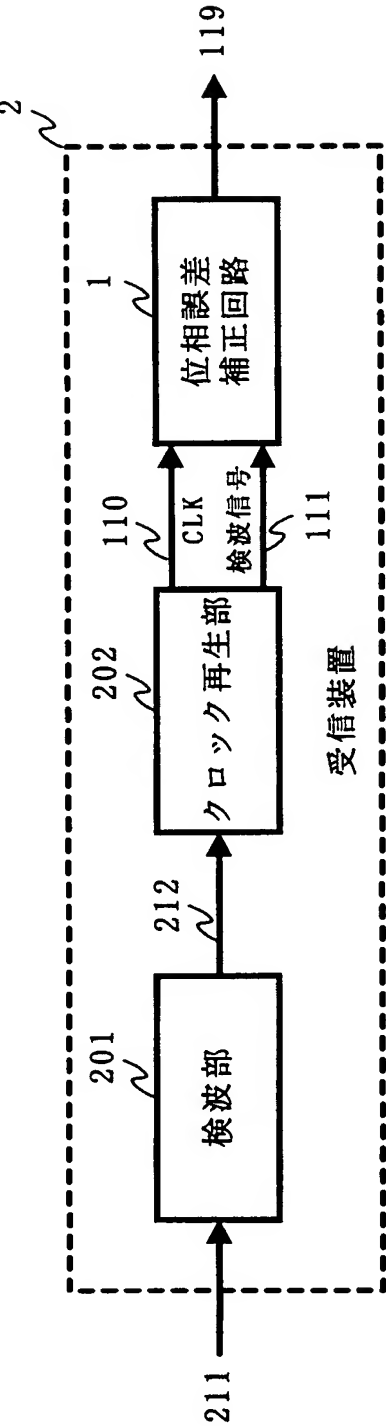
3 9 0 1 …シンボル判定部

【書類名】 図面

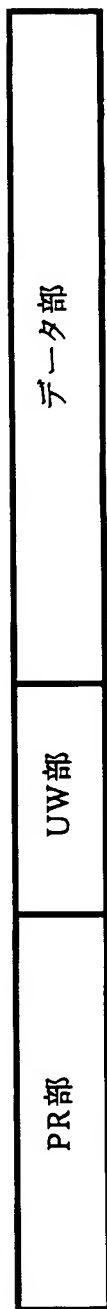
【図 1】



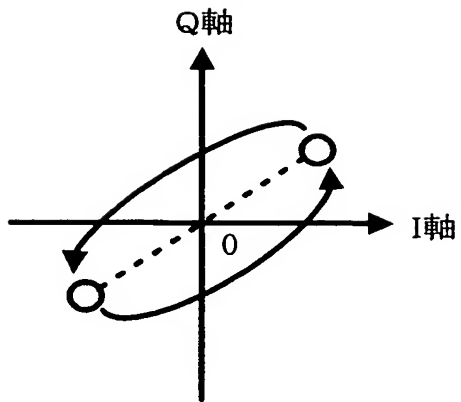
【図 2】



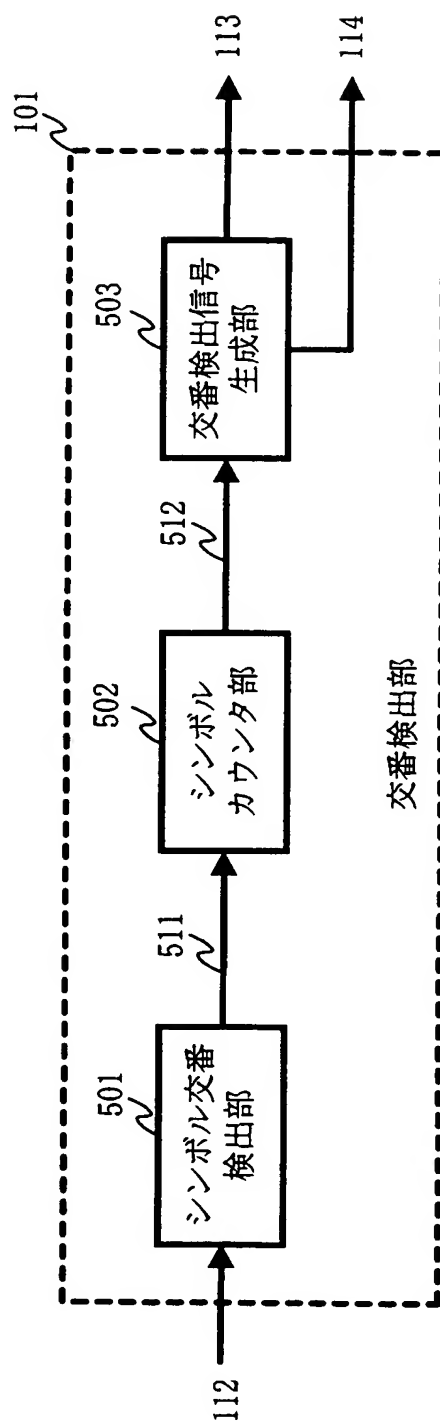
【図 3】



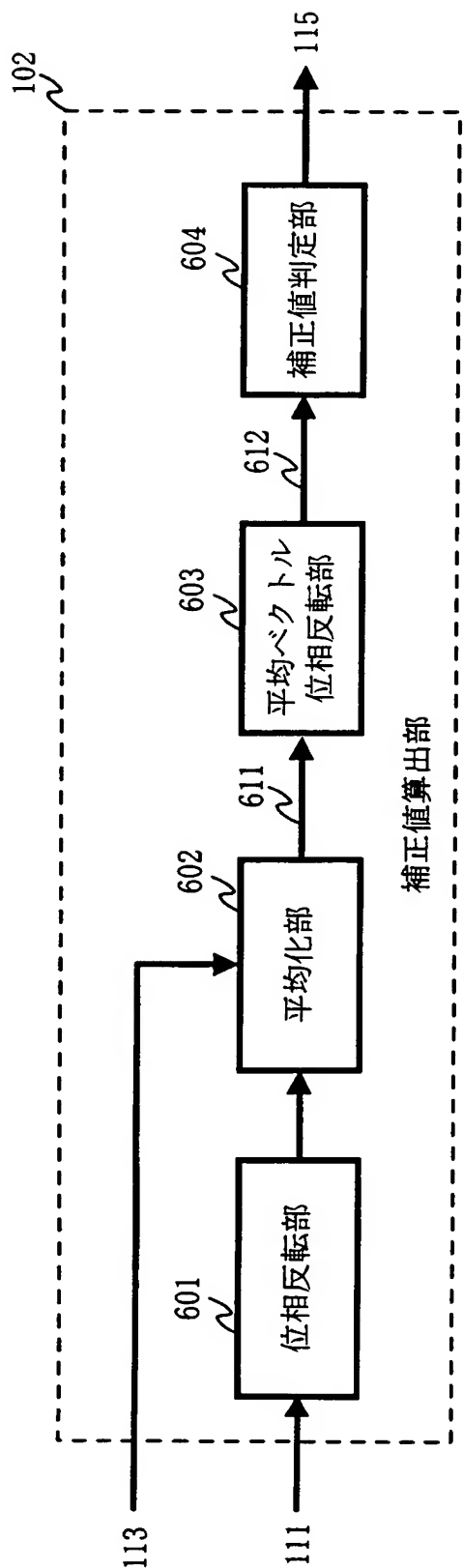
【図 4】



【図 5】

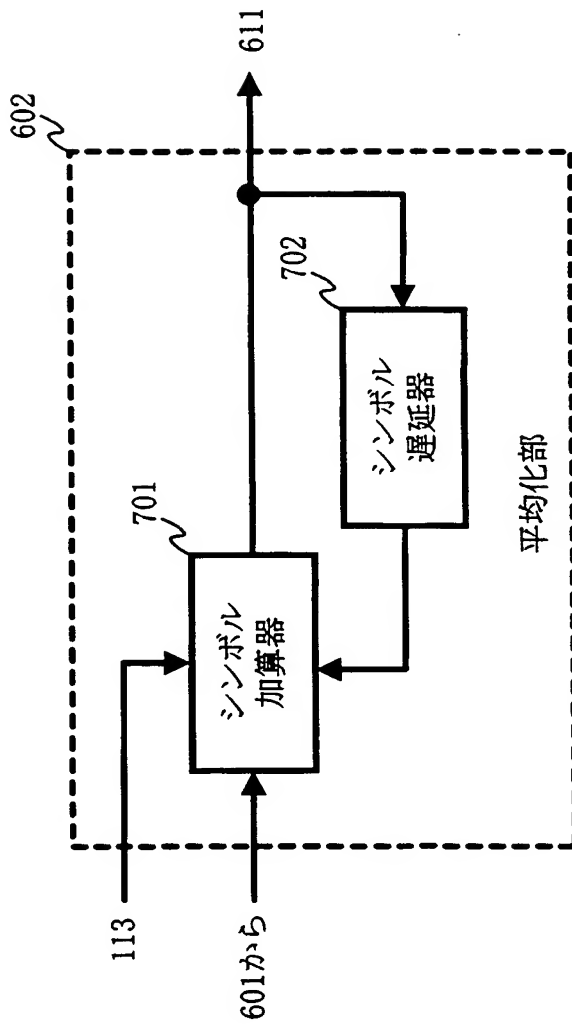


【図 6】

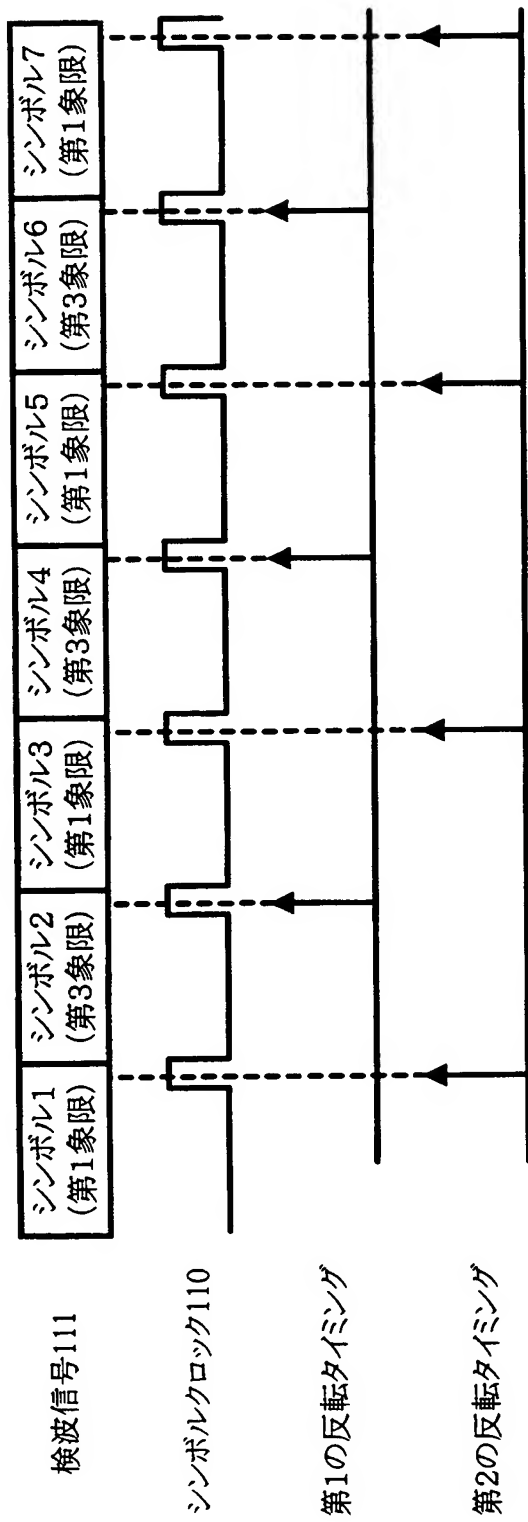




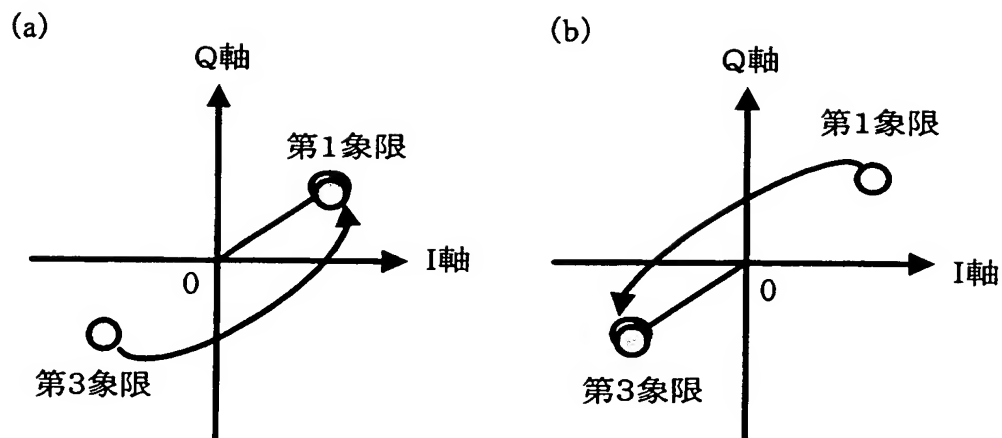
【図 7】



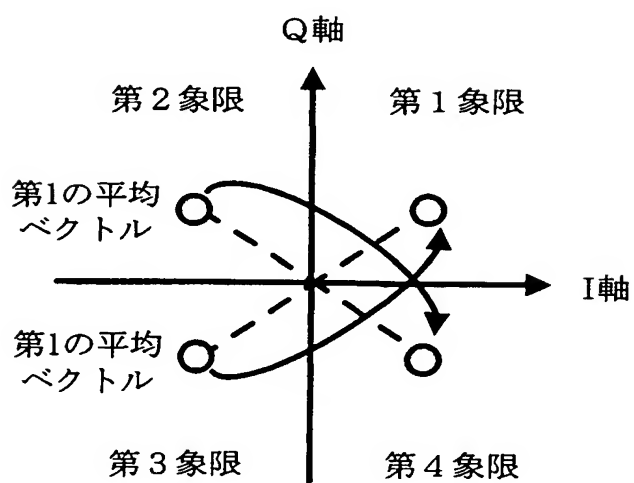
【図8】



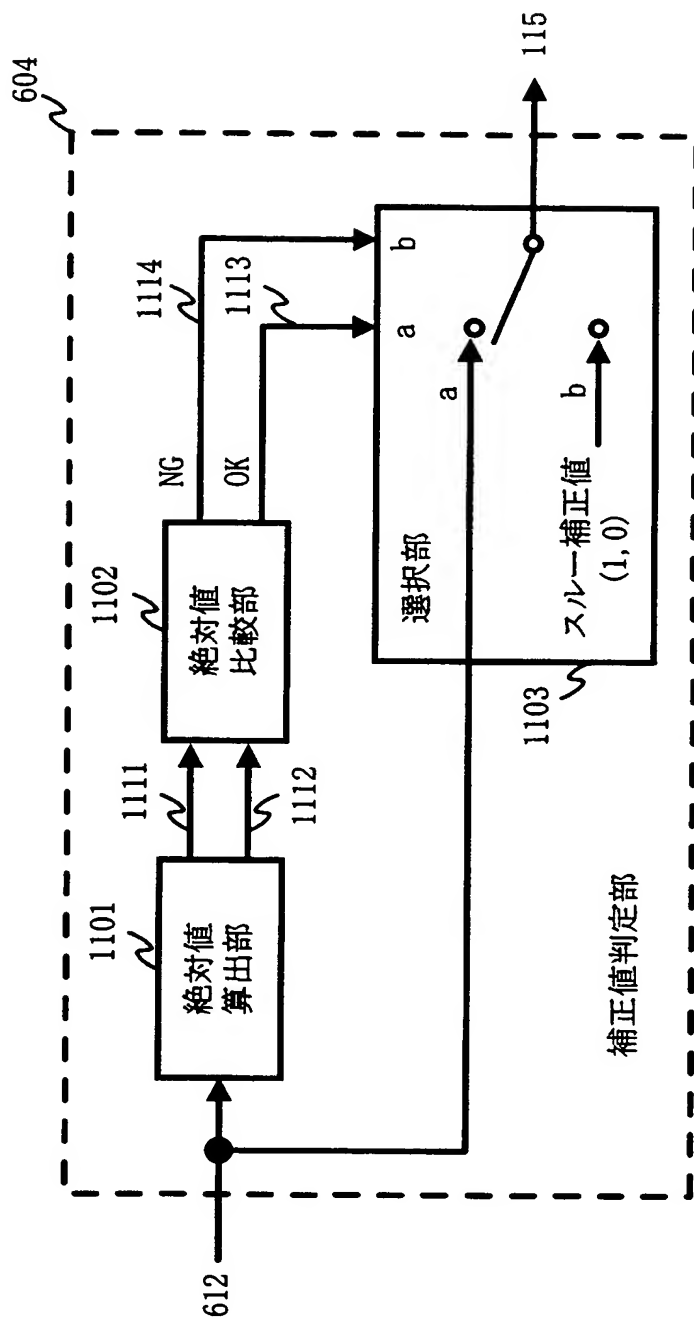
【図 9】



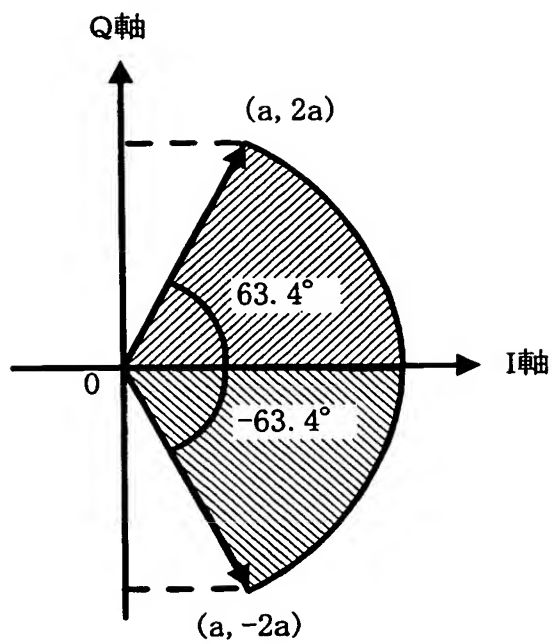
【図 10】



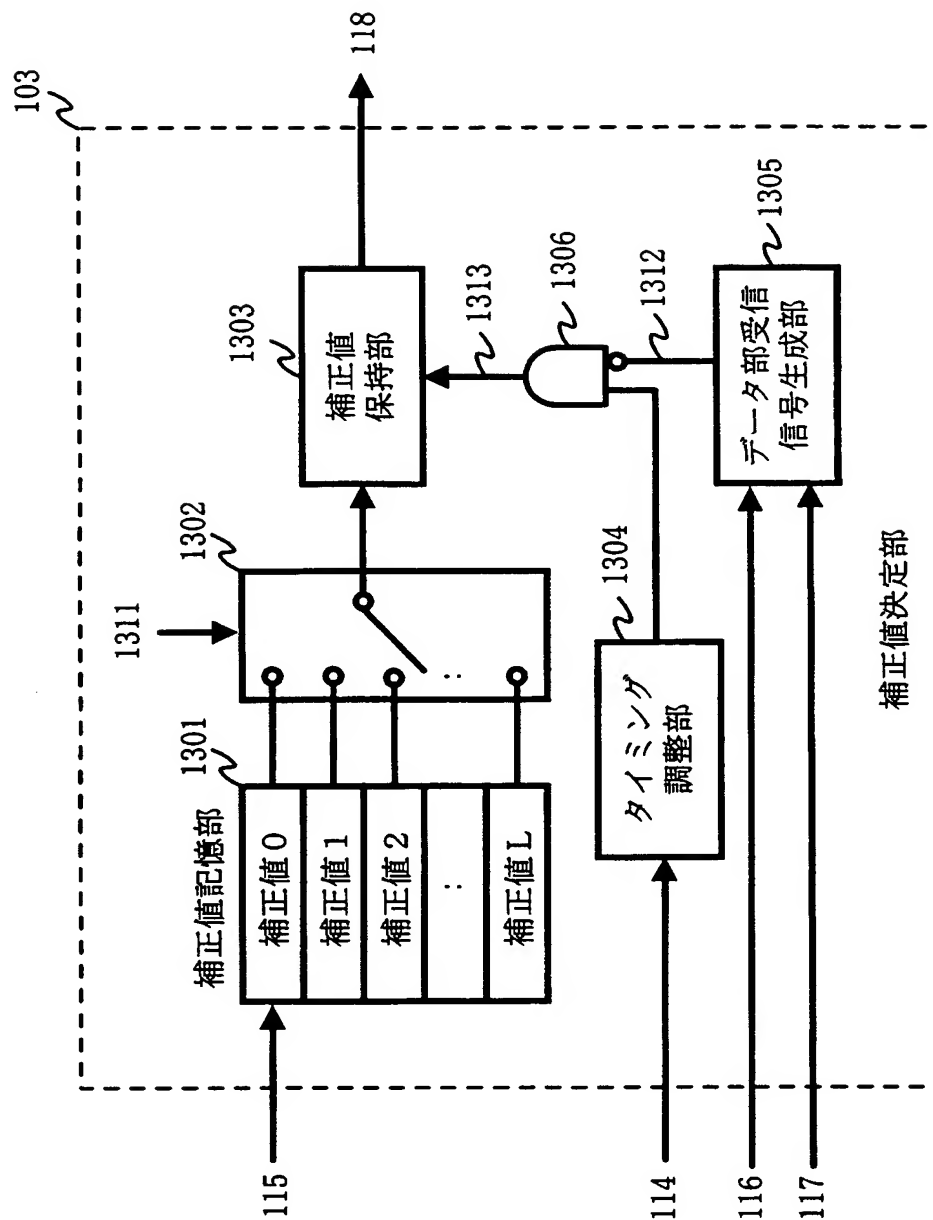
【図 11】



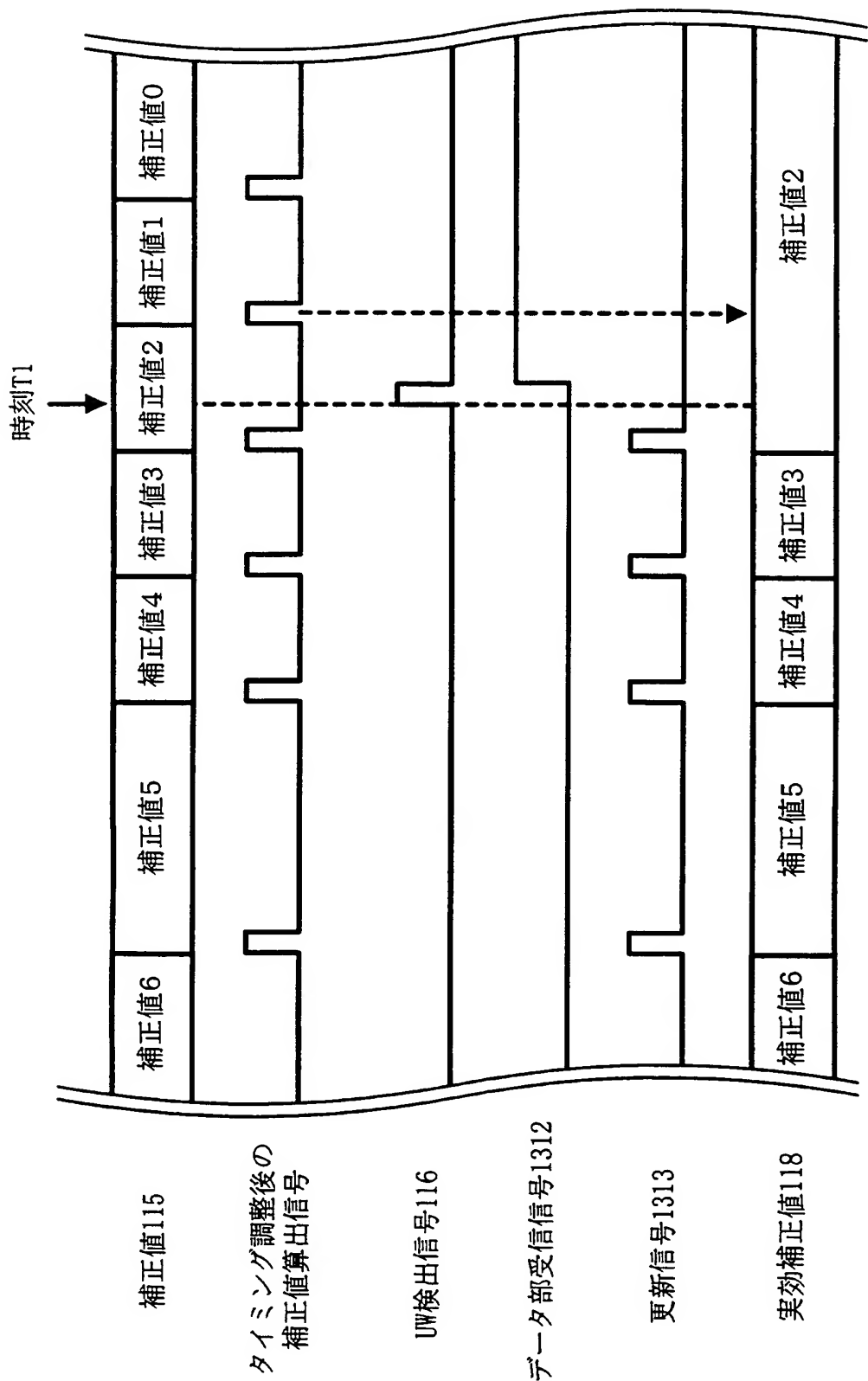
【図 1 2】



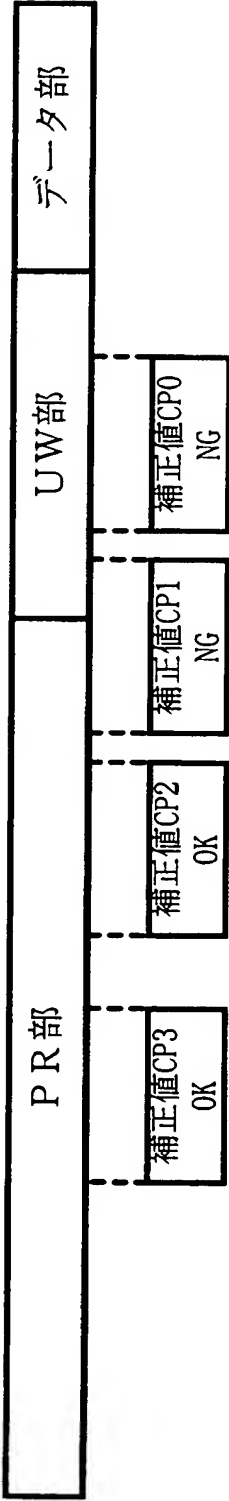
【図 13】



【図 1 4】

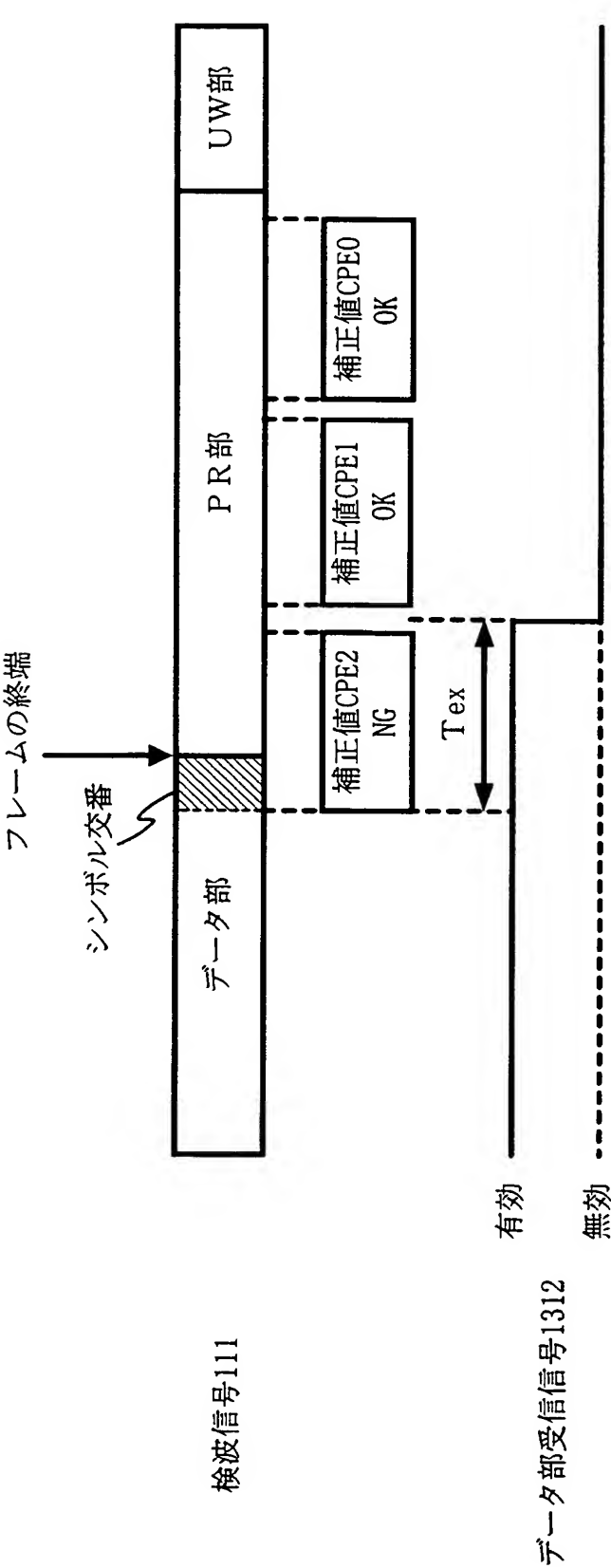


【図 1 5】

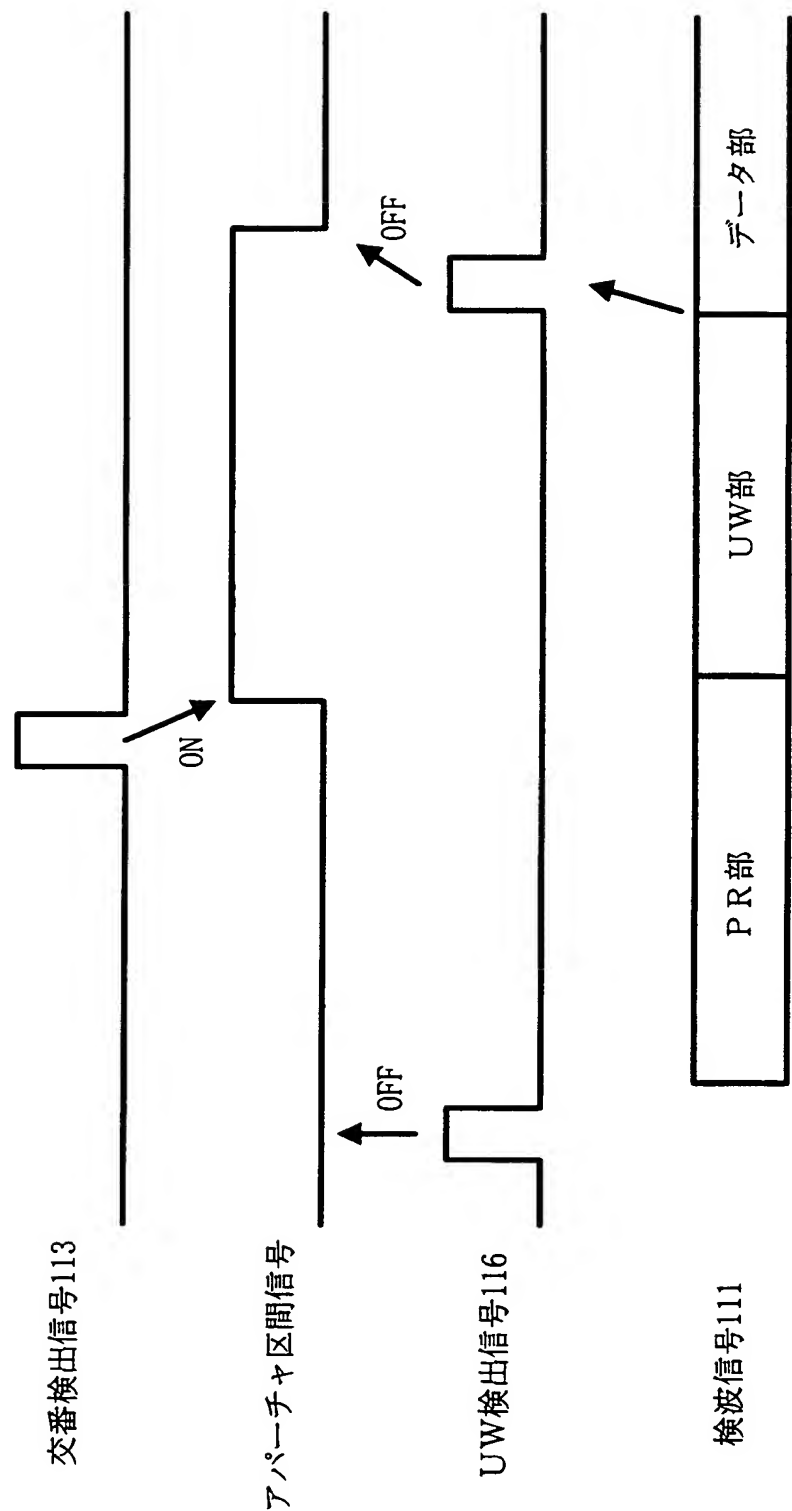




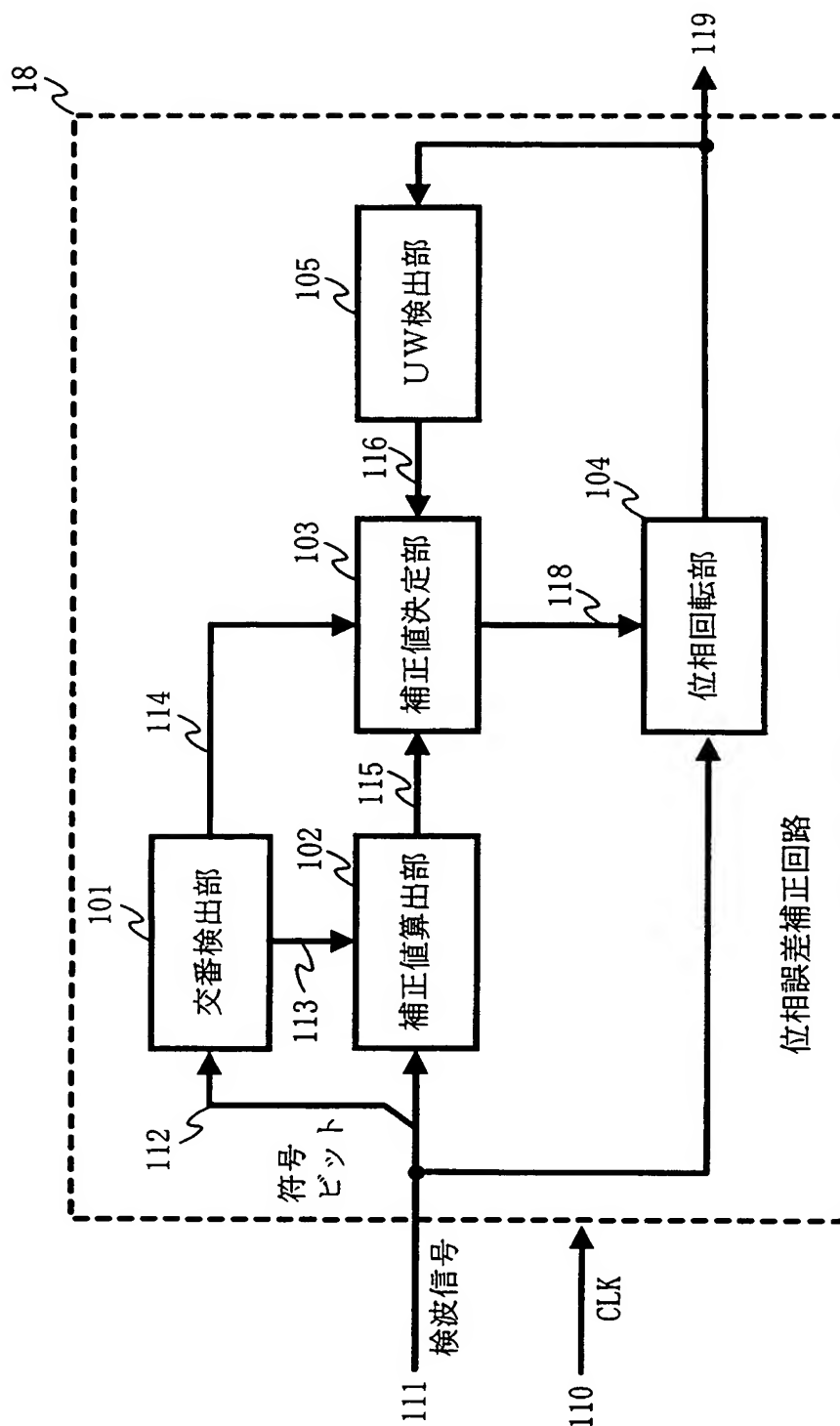
【図 1 6】



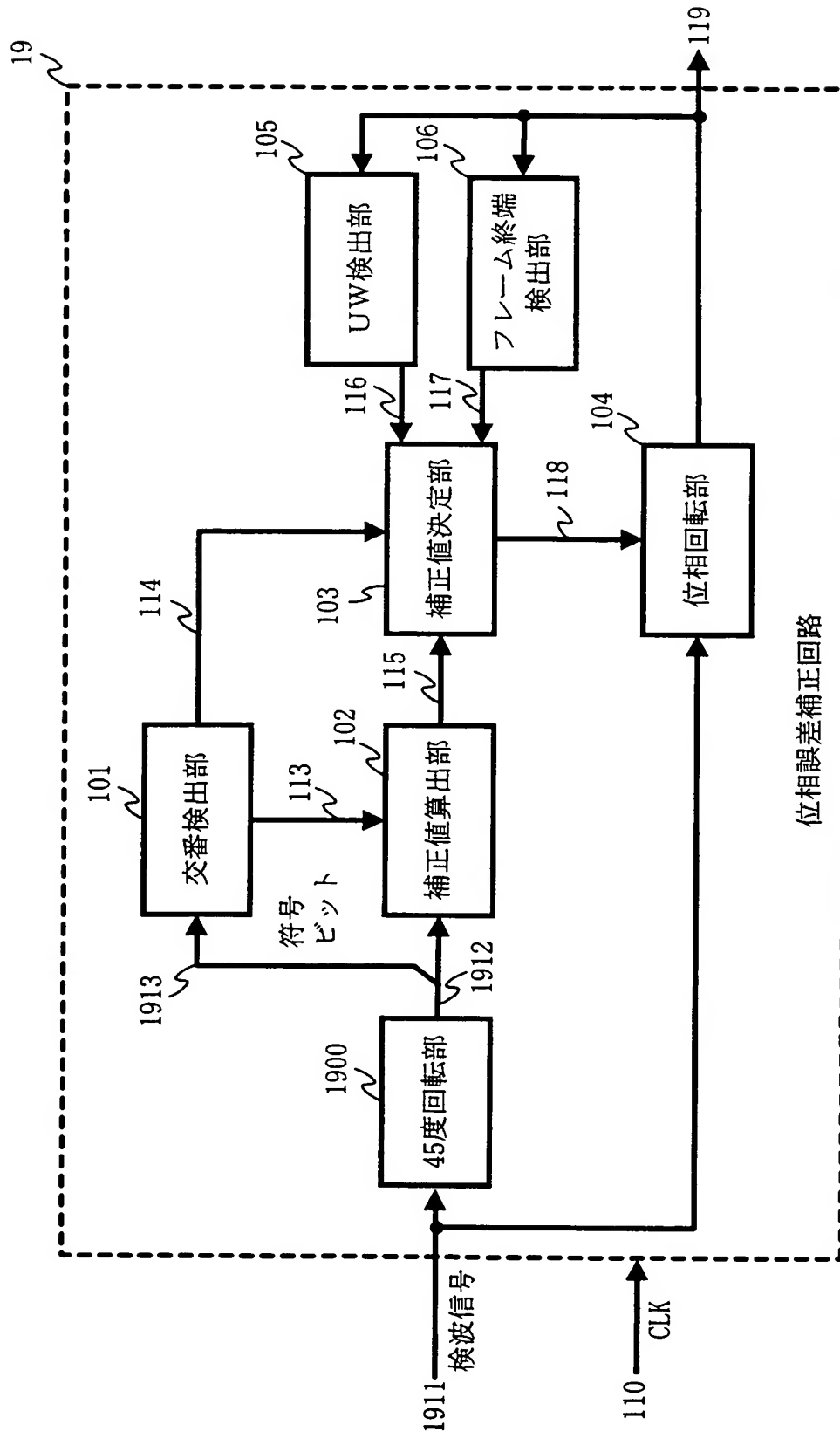
【図 1 7】



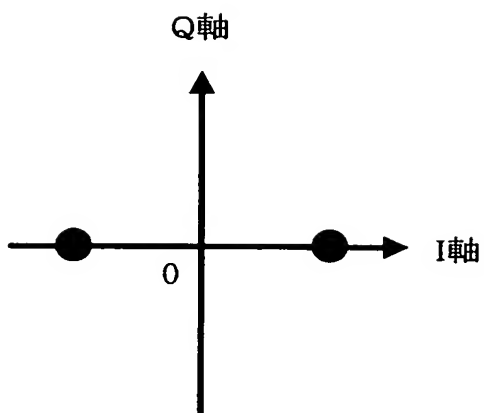
【図 18】



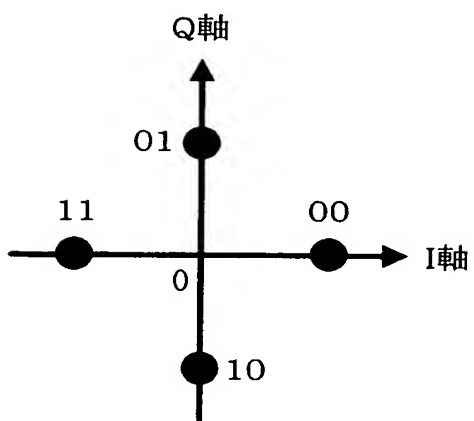
【図 19】



【図 2 0】



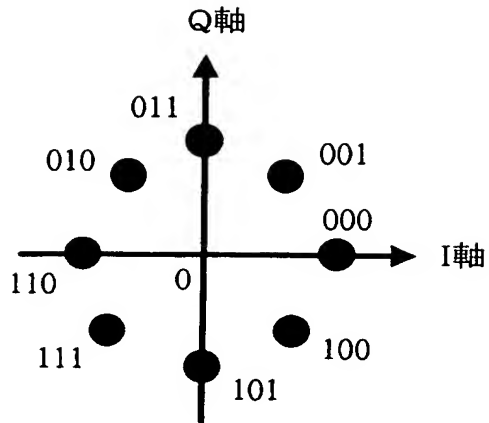
【図 2 1】



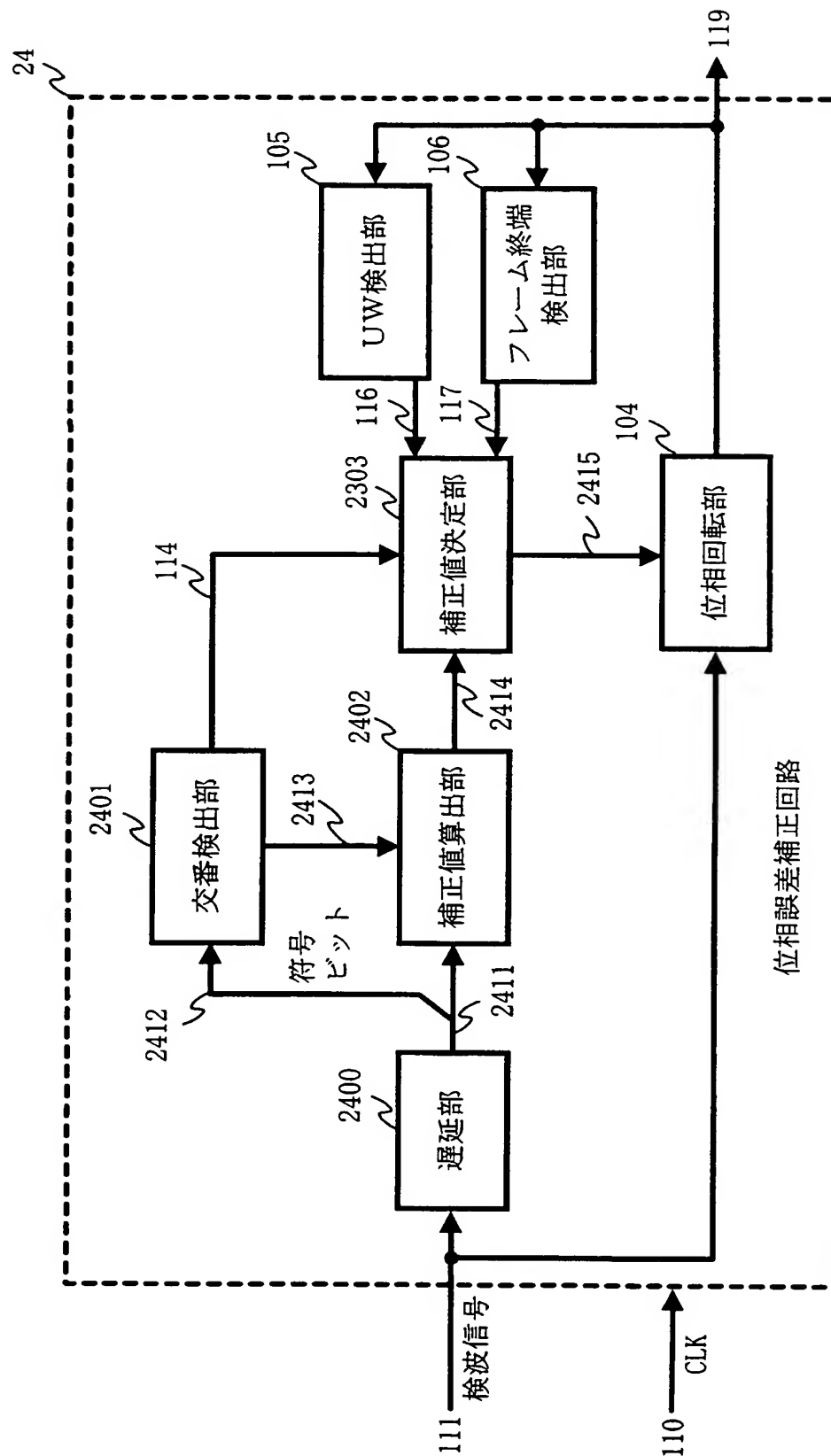
【図 2 2】

(a)	11	00	01	01	01	10	10	00	01	10	01	00	11	11	10	10	1-
(b)	11	00	**	**	**	**	**	00	**	**	**	00	11	11	**	**	**
(c)	11	11	00	01	10	11	10	10	10	00	01	00	10	11	00	11	1-
(d)	11	11	00	**	**	11	**	**	**	00	**	00	**	11	00	**	**

【図 23】

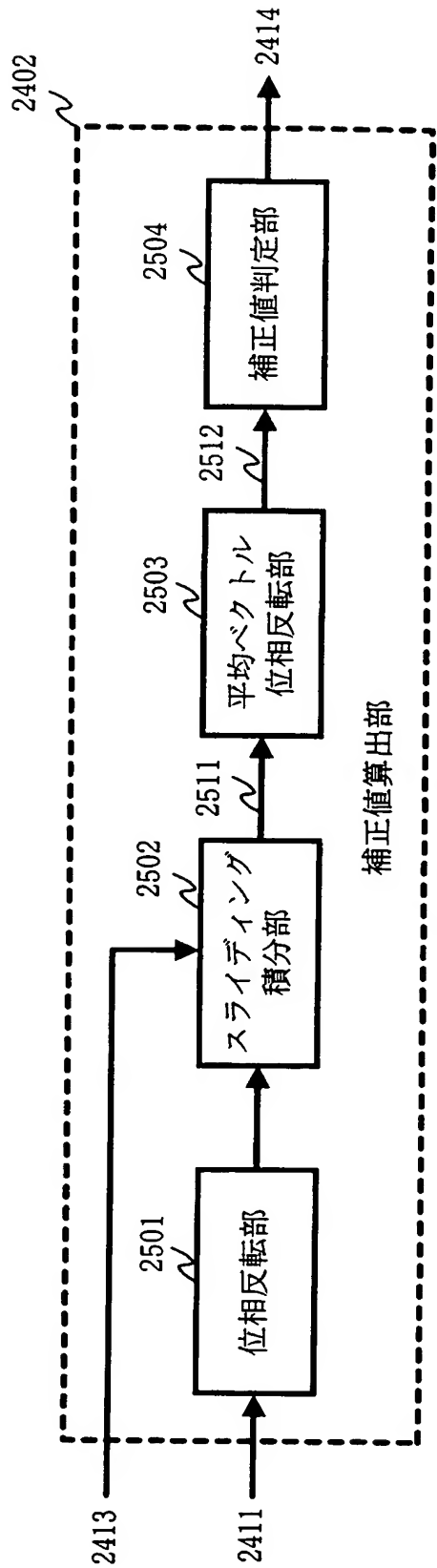


【図 24】

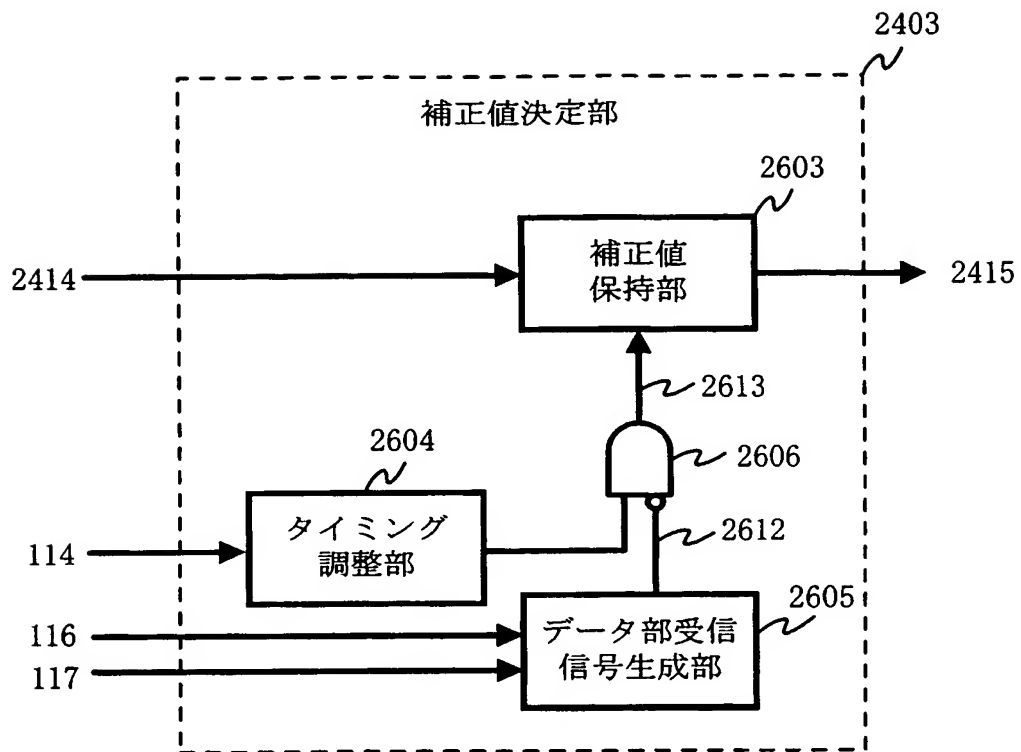




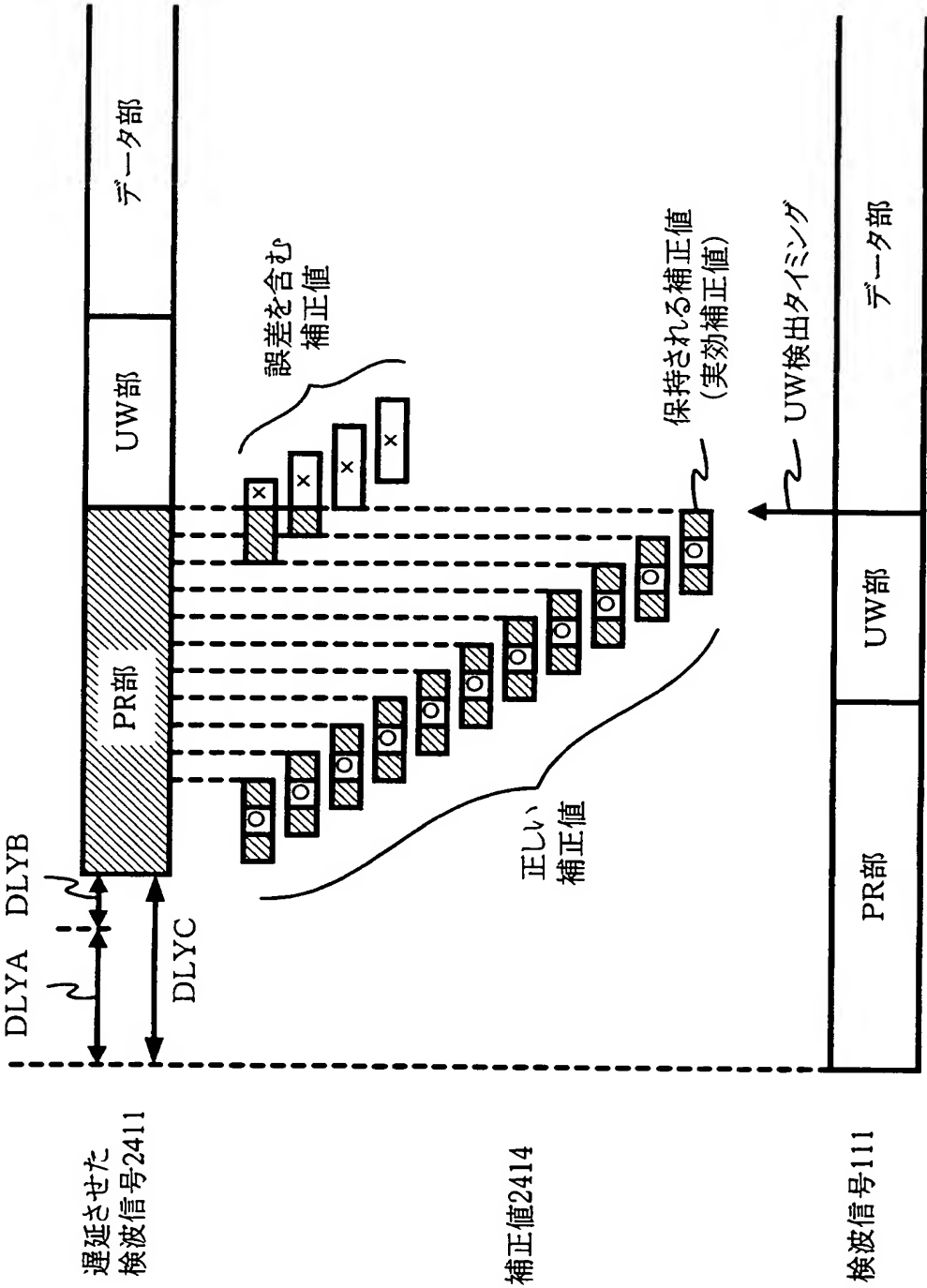
【図 2 5】



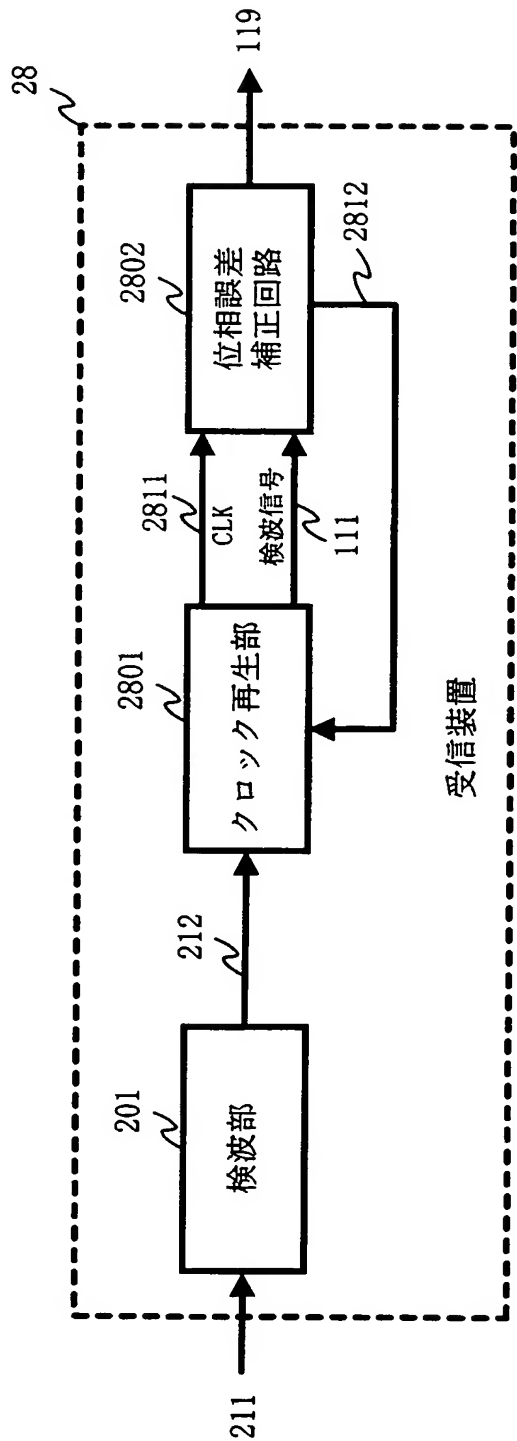
【図 26】



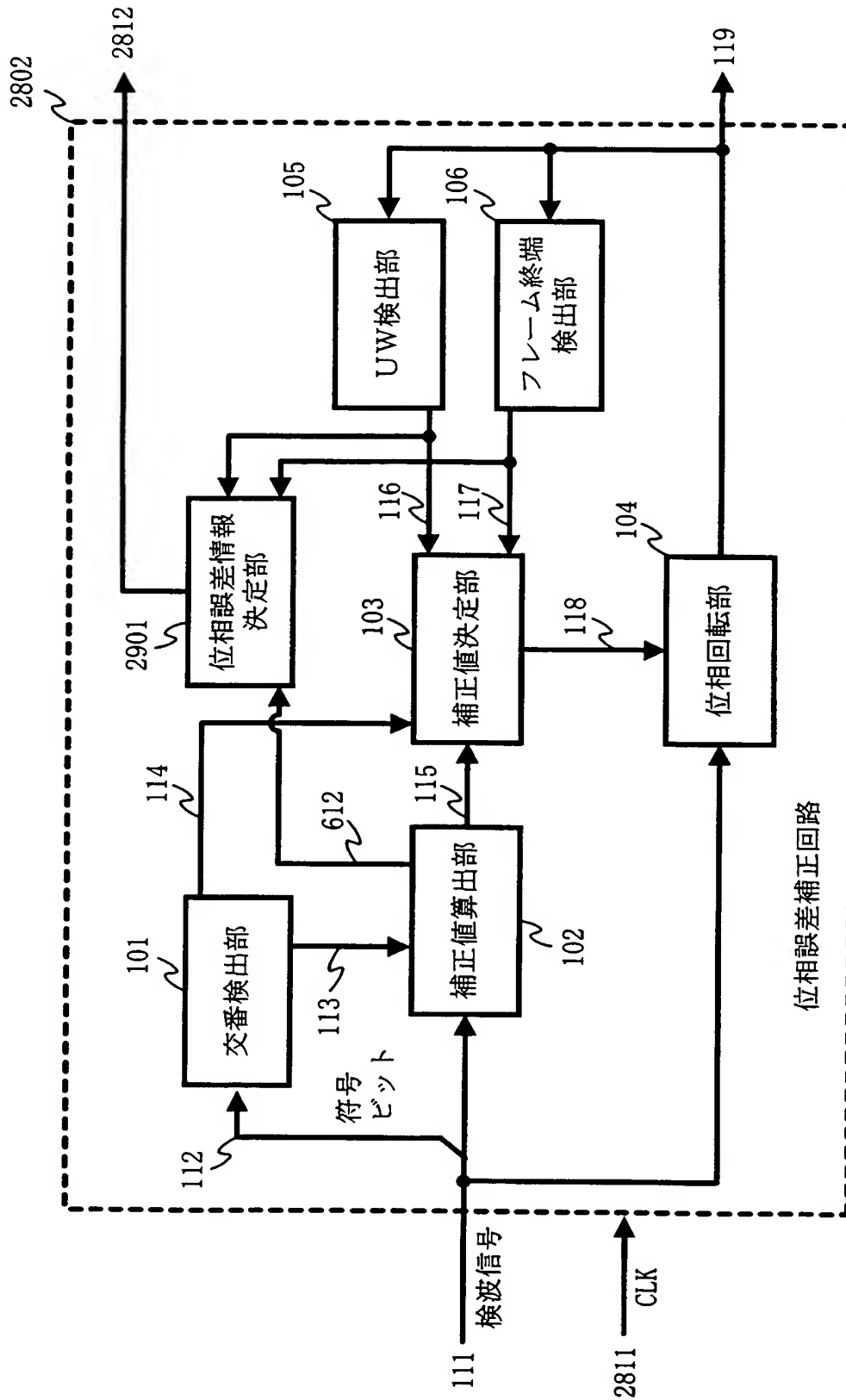
【図 27】



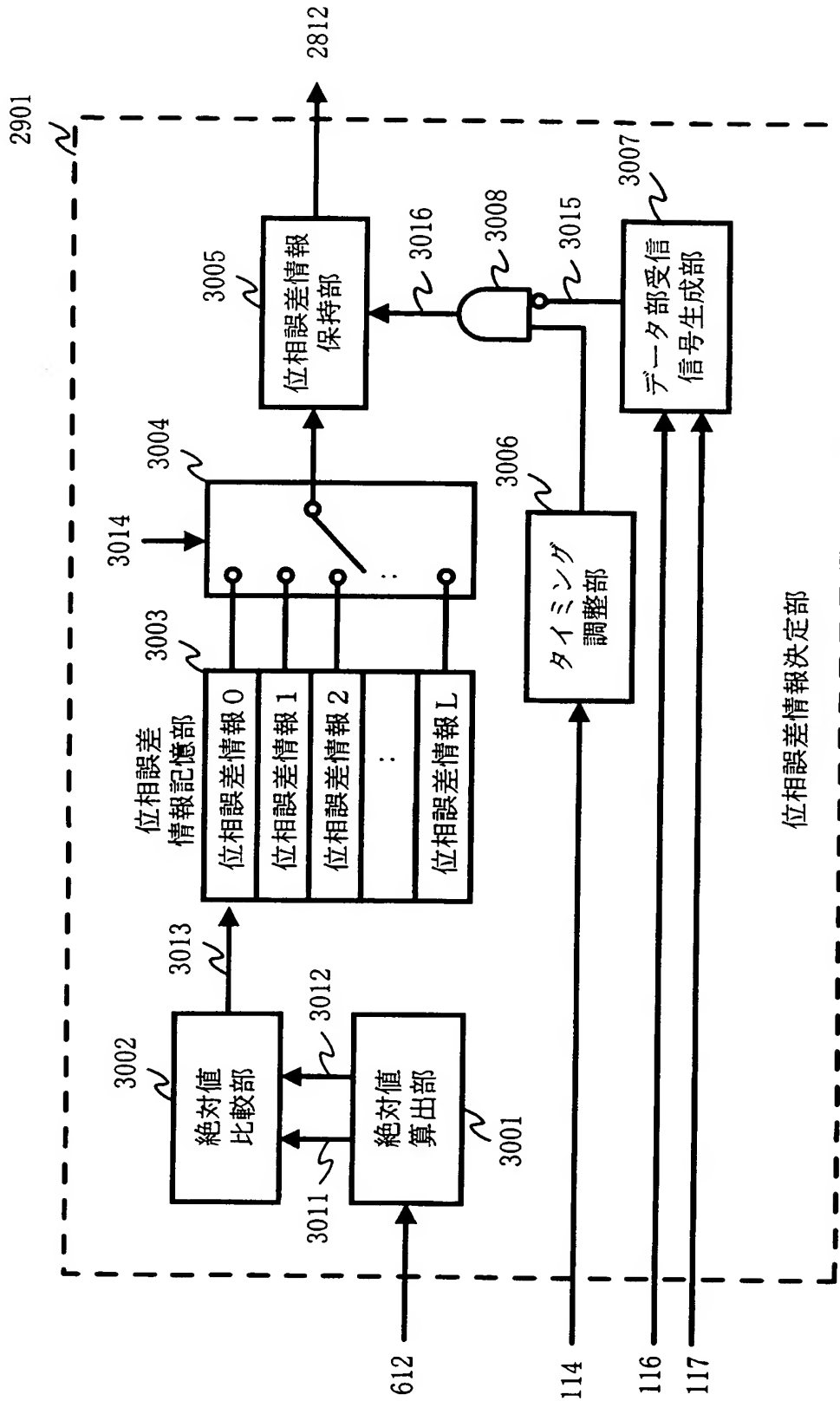
【図 2 8】



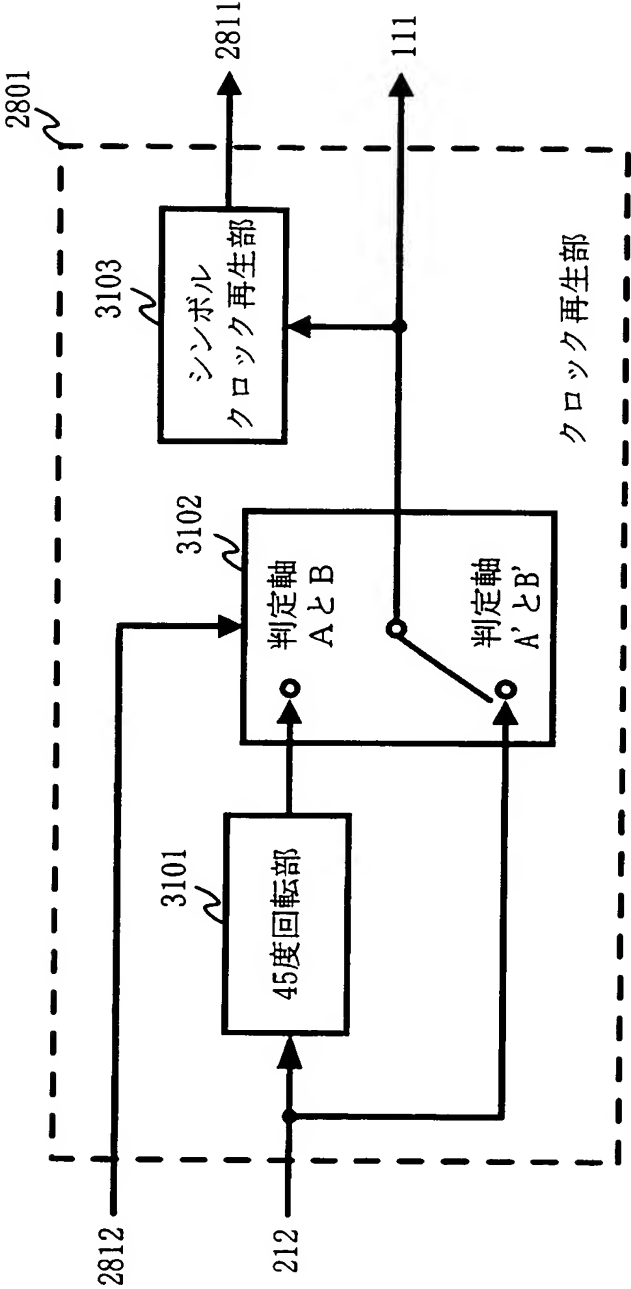
【図 29】



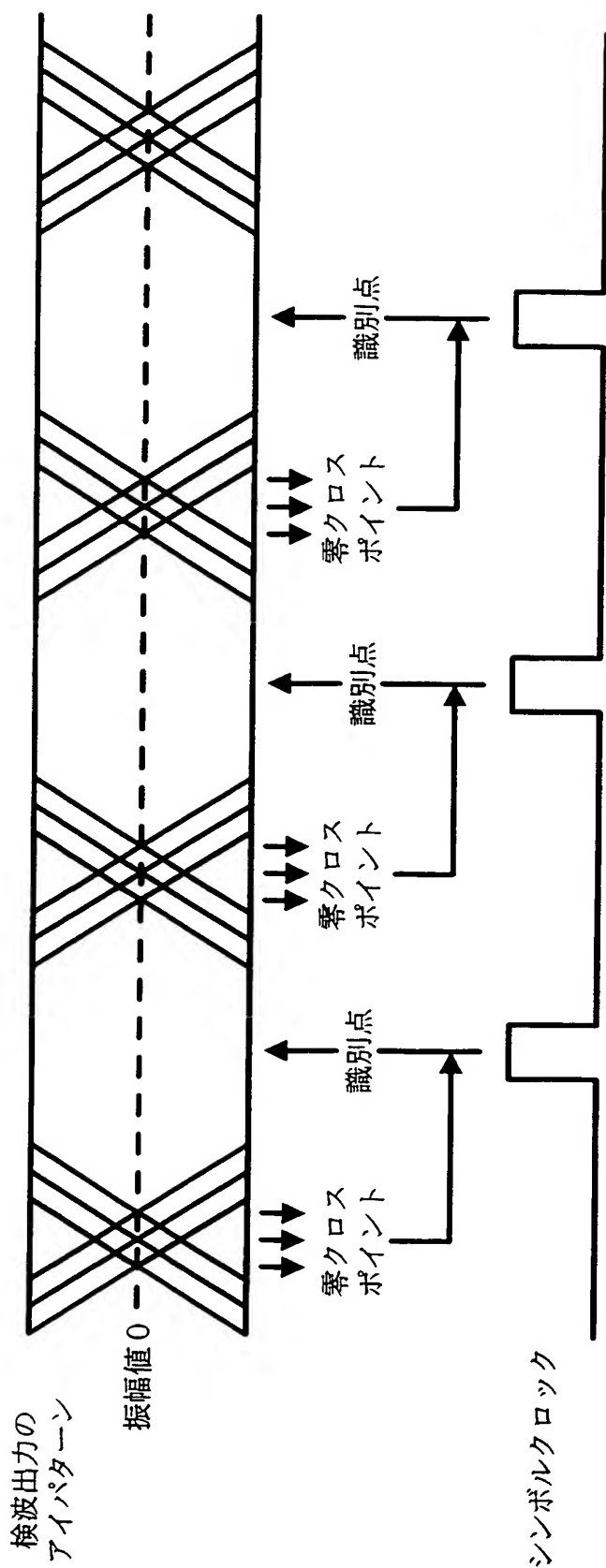
【図 30】



【図 3 1】

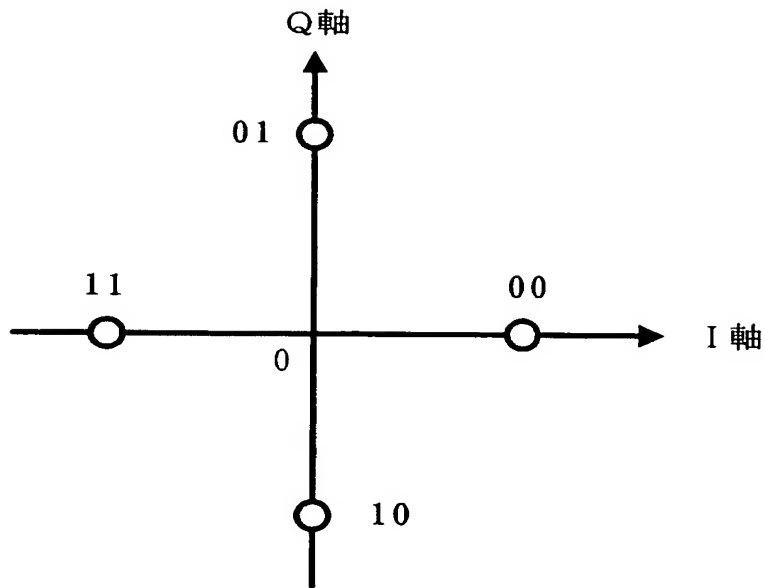


【図 3 2】

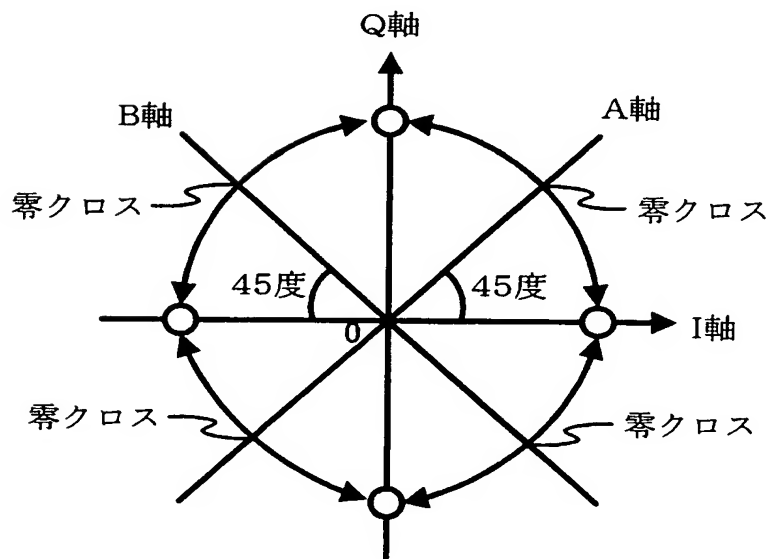




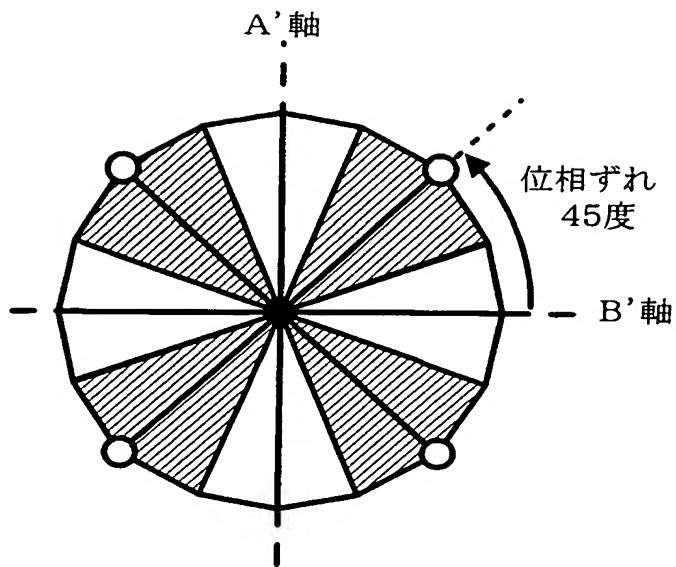
【図 3 3】



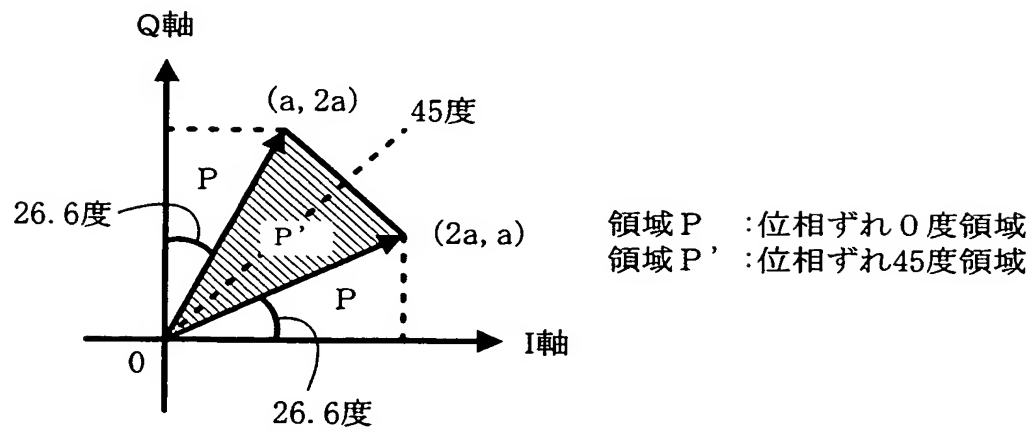
【図 3 4】



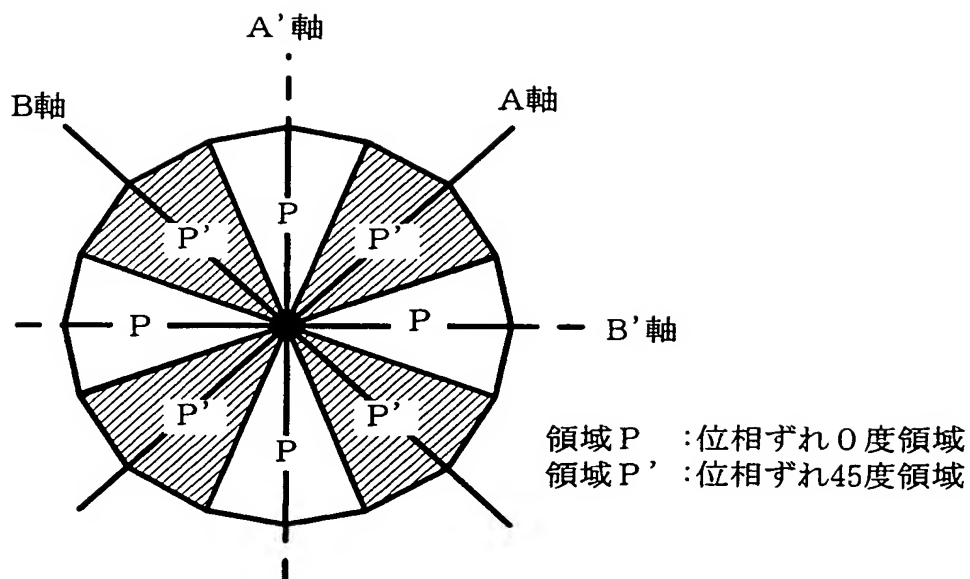
【図 3 5】



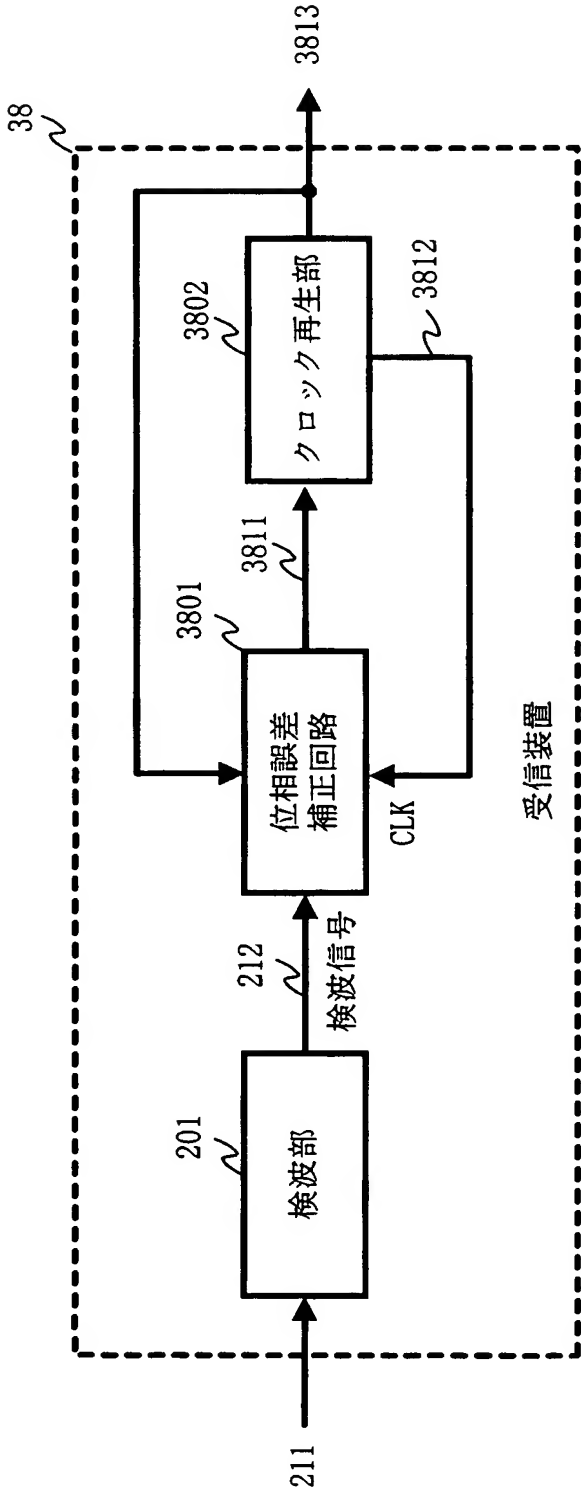
【図 3 6】



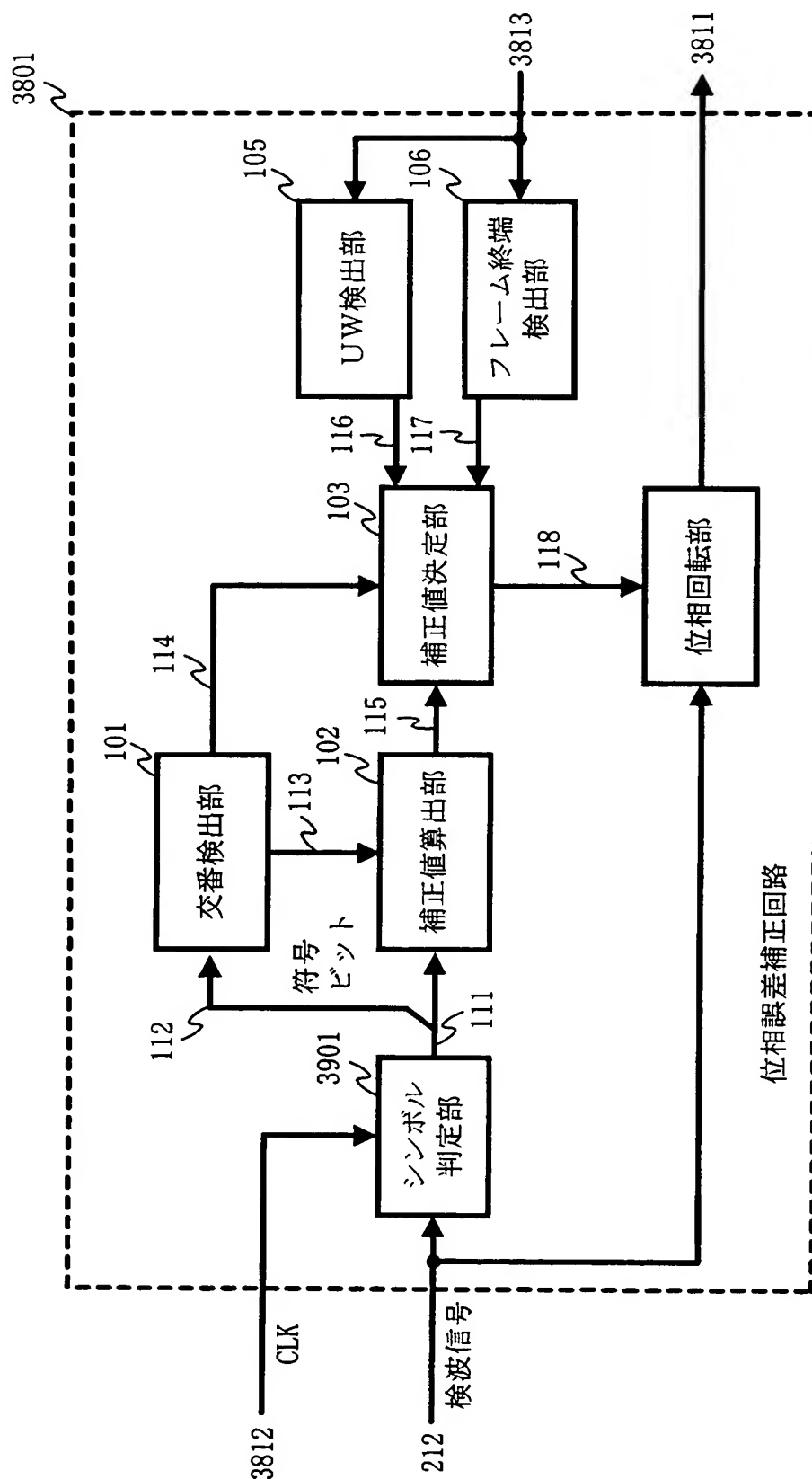
【図 37】



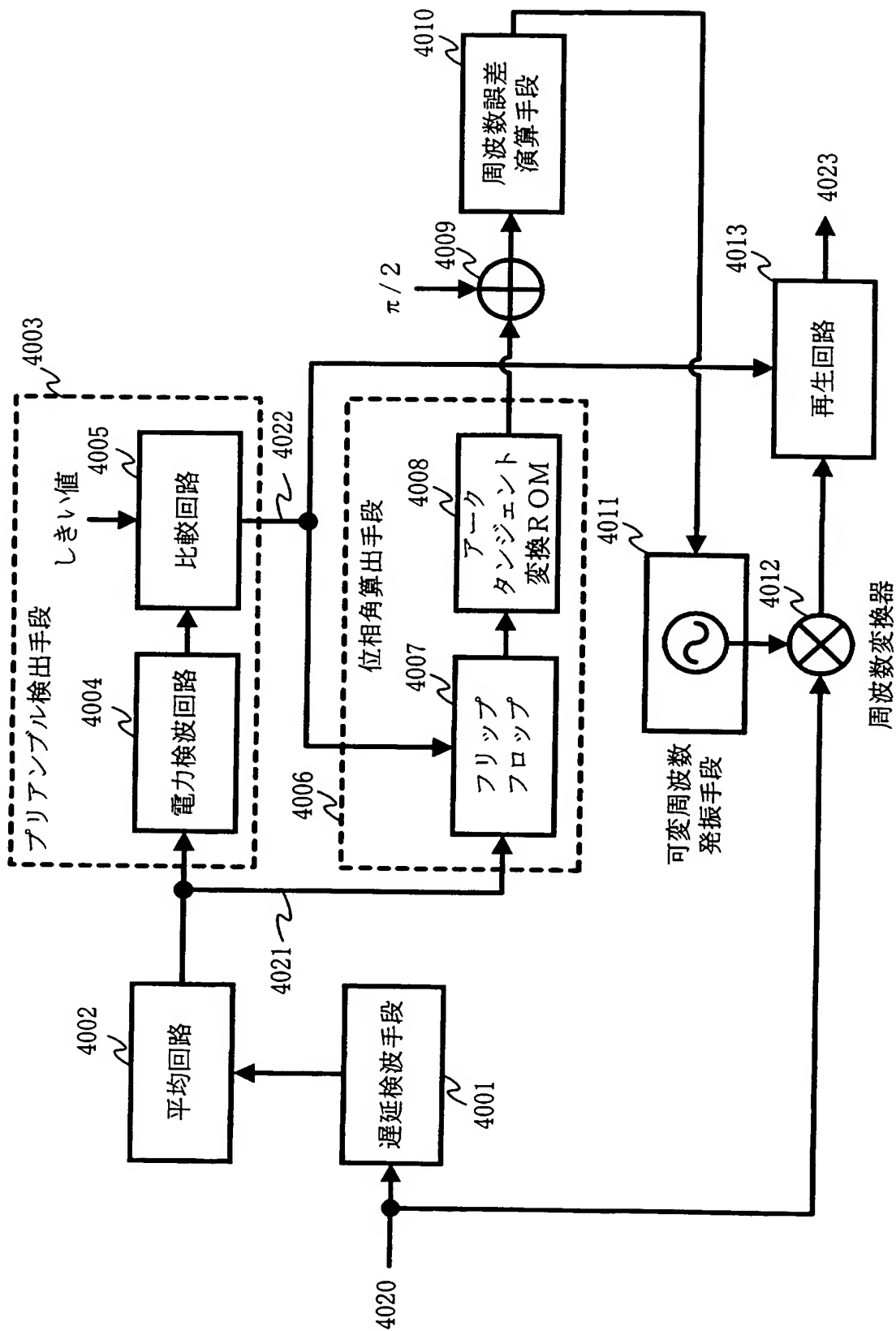
【図 3 8】



【図 39】



【図 40】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 位相ずれを補正するための補正值を、検波信号の特性が安定したプリアンプル部の後方部分から安定的に算出し、高い精度で位相補正を行う。

【解決手段】 検波信号 111 には、シンボル交番するプリアンプル部を先頭として、ユニークワード部とデータ部とが含まれている。位相回転部 104 は、補正值決定部 103 で求めた実効補正值 118 を用いて、検波信号 111 の位相を補正する。補正值算出部 102 は、シンボル交番が検出されるたびに、検波信号 111 の位相ずれを所定長に亘って平均化し、補正值 115 を算出する。補正值決定部 103 は、補正值算出部 102 で算出された補正值 115 を時系列に従って複数個蓄積し、ユニークワード部が検出されたときに、蓄積した補正值のうちで所定個数だけ過去に遡った補正值を保持し、実効補正值 118 として位相回転部 104 に出力する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 1 1 3 9 3
受付番号	5 0 2 0 1 6 1 3 3 3 1
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 4 年 1 0 月 2 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年10月25日

次頁無



特願 2 0 0 2 - 3 1 1 3 9 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社